

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 7 月 22 日 (22.07.2004)

PCT

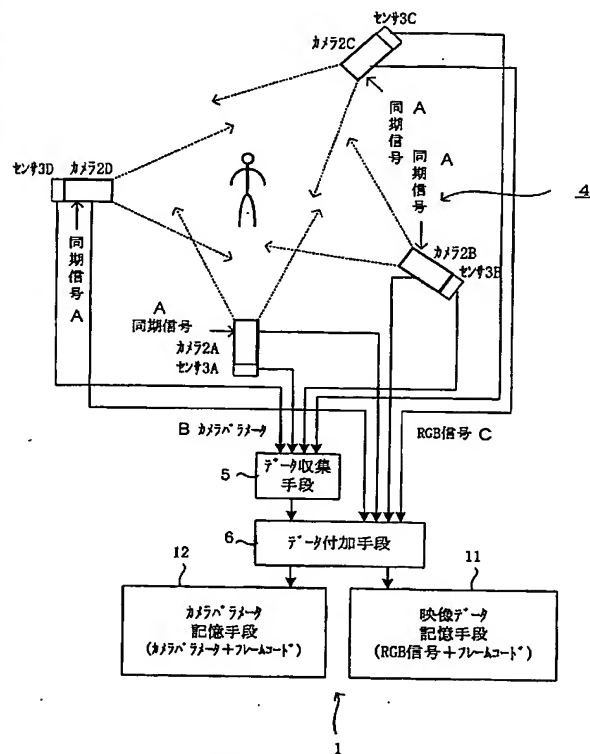
(10) 国際公開番号
WO 2004/061387 A1

- (51) 国際特許分類: G01B 11/00 (71) 出願人 および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/016078 (72) 発明者: 有澤 博 (ARISAWA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒146-0084 東京都 大田区南久が原 2-21-16 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 16 日 (16.12.2003) (72) 発明者; および
(25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂木 和則 (SAKAKI, Kazunori) [JP/JP]; 〒240-0052 神奈川県 横浜市保土ヶ谷区西谷町 898-6 レオパレス西谷 2-105 号 Kanagawa (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願 2002-379536 (74) 代理人: 塩野入 章夫 (SHIONOIRI, Akio); 〒251-0024 神奈川県 藤沢市 鶴沼橋 1 丁目 1 番 4 号 セントラルビル 6 階 Kanagawa (JP).
2002 年 12 月 27 日 (27.12.2002) JP

[続葉有]

(54) Title: MULTI-VIEW-POINT VIDEO CAPTURING SYSTEM

(54) 発明の名称: 多視点ビデオキャプチャシステム



- 2A, 2B, 2C, 2D, ...CAMERA
3A, 3B, 3C, 3D...SENSOR
A...SYNCHRONOUS SIGNAL
B...CAMERA PARAMETERS
C...RGB SIGNAL
5...DATA GATHERING MEANS
6...DATA ADDING MEANS
11...IMAGE DATA STORING MEANS
(RGB SIGNAL + FRAME CODE)
12...CAMERA PARAMETER STORING MEANS
(CAMERA PARAMETER + FRAME CODE)

(57) **Abstract:** To reduce a burden on an object such as an examinee by photographing the object with a plurality of cameras to obtain image data by multiple view points, and to capture the actual motion of the object including its image independently of a measuring environment by acquiring camera parameters such as camera posture and zooming along with image data. Instead of simply acquiring image data and camera parameters, image data is acquired by synchronizing a plurality of cameras at camera photographing and camera parameters are acquired in synchronization with this image data, whereby the actual motion of the object is captured independently of a measuring environment, and additionally the motion of the image itself of the object rather than the motion of representative points only is acquired.

(57) 要約: 複数のカメラで対象物を撮影して多視点による映像データを取得することにより被験者等の対象物の負担を少なくすると共に、カメラの姿勢やズーム等のカメラパラメータを映像データと共に取得することにより、対象物の映像を含む実際の動きを測定環境に依存することなく取得する。単に映像データとカメラパラメータを取得するのではなく、カメラの撮影時に、複数カメラを同期させて映像データを取得すると共に、この映像データと同期してカメラパラメータを取得することにより、対象物の実際の動きを測定環境に依存することなく取得し、また、代表点のみの動きではなく対象物の映像自体の動きを取得する。

BEST AVAILABLE COPY



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッ

パ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

多視点ビデオキャプチャシステム

5 技術分野

本発明は、映像情報を取得するシステム及び記憶媒体に関し、特に多視点から捕らえた映像情報を取り込み記憶する多視点ビデオキャプチャシステム、当該多視点ビデオキャプチャシステムを制御するプログラムの記憶媒体、映像情報を記憶する記憶媒体に関する。

背景技術

工業、医学の他、スポーツなど種々の分野において、現実の世界にある物体を計算機上に取り込み、計算機上で種々の処理を行うことが試みられている。例えば、人や物の移動あるいは物体の形状の情報を取得して、人や物の移動解析や、仮想空間の形成等に利用される。

しかし、実際に評価したい人や物体は様々な環境下で作業を行うため、必ずしもこれら情報を取得するに適した場所ではない。また、現実世界を行われている事象をそのまま計算機上に取り込むには、人や物体等の対象物やその周辺環境に時間をとらせず、作業に支障が生じないことが必要である。

従来、このような現実の世界にある物体を計算機上に取り込む手法として、モーションキャプチャと呼ばれるものが知られている。このモーションキャプチャは、人などの動体の動きをシミュレートするものである。モーションキャプチャ装置として、例えば文献 1

が知られている。文献 1 には、モーションキャプチャとして、例えば代表的なものとして光学式、機械式、磁気式が知られ、光学式のモーションキャプチャでは、演技者の体の動きを計測したい場所にマーカを取り付け、このマーカをカメラで撮像することにより、マーカの位置から各部の動きを計測し、機械式のモーションキャプチャでは、演技者の体に角度検出器や感圧器を取り付け、関節部の折れ曲がり角度を検出することにより演技者の動きを検出し、磁気式のモーションキャプチャでは、演技者の身体の一部に磁気センサを取り付け、人工的に生成された磁場の中で演技者を動かして、磁力線の密度と角度を磁気センサによって検出することにより、磁気センサが存在する絶対的な位置を導出して演技者の動きを検出することが記載されている。

文献 1：特許公開公報 特開 2000-321044（段落番号 0002～段落番号 0005）

発明の開示

従来知られているモーションキャプチャでは、光学式では特殊なマーカを被験者の体の決められた位置に取り付けること、均質光のもとで対象物の周囲にカメラを配置すること、磁気式では対象物を人工的に生成された磁場内に配置すること、機械式では被験者の体に角度検出器や感圧器を取り付けること、また、実際の位置とカメラ画像におけるピクセル位置との補正を行うキャリブレーション（校正）に時間がかかることなど、特殊な環境が必要であり、被験者や計測者にとって負担が大きいという問題がある。

さらに、従来のモーションキャプチャでは、対象物に定めた代表点のみの位置情報を計測し、これに基づいて動きを検出してお

り、対象物の映像情報は含まれていない。従来の光学式のモーションキャプチャはカメラを備えるものの、このカメラは被験者等の対象物の画像から代表位置に取り付けたマーカの位置情報を取り出し、対象物の画像データは廃棄しており、対象物の本来の動きを取り込んでいない。そのため、従来のモーションキャプチャで得られる対象物の動きは、例えばワイヤーフレームの形態で表現することになり、対象物の本来の動きを再現することができないという問題がある。

また、従来のシステムでは、対象物の画像を高精度で取得するには高価なカメラが必要であり、特に広い範囲の画像を取得するにはより高価なカメラが必要となる。

ビデオカメラで撮像した画像を用いて対象物の位置や姿勢を取得するには、画像（フレーム）列に対して個々のフレーム上に写り込んでいる被写体の位置や姿勢を解析する必要がある。この解析精度は、一般に被写体が大きく写り込んでいるほど向上する。その理由は、被写体の実世界における位置のずれが、被写体の視野角に対する割合が大きくなればなるほど、フレーム上の位置（ピクセル位置）のずれとして反映されるためである。

精度を上げる一つの方法として、フレーム上のピクセルの密度を上げる方法がある。しかしながら、この方法はビデオカメラの撮像素子の性能に限界があり、画像伝送のデータ量が極端に増えるという問題があるため、実用的ではない。そこで、被写体を大きく捕らえるには、カメラマンがカメラの視野の移動（パン、チルト）、あるいはズームアップを行えば良い。さらに、カメラ自体を被写体の動きに合わせて移動させればさらに良い。

しかしながら、カメラをパン、チルト、ズーム、及びカメラ自

体の移動などのカメラパラメータを撮影中に変化させると、位置や姿勢の解析ができないという問題がある。通常の解析方法では、最初にカメラの空間的な位置、視線方向、視野広さ（焦点距離から求める）などのカメラパラメータと呼ばれるデータを取得しておき、このカメラパラメータと個々のフレーム上での画像解析の結果（被写体の上での位置）とを合わせるための演算式（キャリブレーション式）を作成し、現実世界での被写体位置を演算する。さらに、2台以上のビデオカメラのフレームデータに対してこの演算を行うことにより、空間位置を推定することができる。このような被写体位置の演算において、撮影中にカメラパラメータが変化すると、画像データを正確にキャリブレーションすることができなくなる。

そこで、本発明は前記した従来の問題点を解決し、対象物の映像を含む実際の動きを、測定環境に依存することなく取得することを目的とする。また、高価なカメラを用いることなく、広範囲の映像を高精度で取得することを目的とする。

本発明は、複数のカメラで対象物を撮影して多視点による映像データを取得することにより被験者等の対象物の負担を少なくすると共に、カメラの姿勢やズーム等のカメラパラメータを映像データと共に取得することにより、対象物の映像を含む実際の動きを測定環境に依存することなく取得する。

本発明は、単に映像データとカメラパラメータを取得するのではなく、カメラの撮影時に、複数カメラを同期させて映像データを取得すると共に、この映像データと同期してカメラパラメータをフレーム毎に取得することにより、対象物の実際の動きを測定環境に依存することなく取得し、また、代表点のみの動きではな

く対象物の映像自体の動きを取得することができる。

本発明は、対象物の映像情報を多視点から取得する多視点ビデオキャプチャシステム（多視点映像システム）、対象物の映像情報を多視点から取得する制御をコンピュータに実行させるプログラムの記憶媒体、多視点から取得した対象物の映像情報を記憶する記憶媒体の各態様を含む。

本発明の多視点ビデオキャプチャシステム（多視点映像システム）の第1の形態は、対象物の映像情報を多視点から取得するビデオキャプチャシステムであって、互いに同期して動作する複数のカメラから取得される映像データ及び各カメラのカメラパラメータに、相互間を対応付ける情報を付加して出力する。出力した映像データ及びカメラパラメータは記憶することができ、映像データ及びカメラパラメータをフレーム毎に記憶する。

本発明の多視点ビデオキャプチャシステムの第2の形態は、対象物の映像情報を多視点から取得するビデオキャプチャシステムであって、動画像を取得する複数のカメラと、各カメラのカメラパラメータを取得する検出手段と、複数のカメラを同期して動画像を取得させる同期手段と、各カメラの映像データ間、及び映像データとカメラパラメータとの間を対応付けるデータ付加手段とを備える構成とする

同期手段により複数のカメラを同期して映像データを取得させ、データ付加手段により各カメラで取得した各映像データ間を同期させると共に、映像データとカメラパラメータを同期させる。これにより、同時刻における複数カメラの映像データとカメラパラメータを求めることができる。

また、第2の形態は、さらに、対応付けの情報を付加した映像

データをフレーム毎に記憶する映像データ記憶手段と、対応付けの情報を付加したカメラパラメータを記憶するカメラパラメータ記憶手段とを備える。この態様によれば、互いに対応付ける情報を含む映像データ及びカメラパラメータをそれぞれ記憶することができる。なお、映像データ記憶手段とカメラパラメータ記憶手段は、異なる記憶手段とすることも同一の記憶手段とすることもできる。また、同一の記憶手段においては、映像データとカメラパラメータをそれぞれ異なる領域に記憶することも、あるいは同じ領域に記憶することもできる。

10 上記形態において、対応付けの情報は、複数のカメラの1つのカメラから取得される映像データのフレームカウントとすることができる。フレームカウントを参照することにより、複数のカメラから取得される映像データの各フレーム間の対応関係を知り、同時刻における映像データを同期して処理することができる他、
15 同時刻の映像データに対応するカメラパラメータを求めて同期して処理することができる。

カメラパラメータは、カメラのパン及びチルトのカメラの姿勢情報、ズーム情報を含む。パンは、例えばカメラの横方向の首振り角度であり、チルトは、例えばカメラの縦方向の首振り角度であり、それぞれカメラが撮像する撮像方向に係わる姿勢情報である。また、ズーム情報は、例えばカメラの焦点位置であり、カメラの撮像画面にとらえられる視野範囲に係わる情報である。このカメラの姿勢情報、ズーム情報により、カメラが撮影する撮影範囲を知ることができる。

25 本発明は、カメラパラメータとして、パン及びチルトのカメラの姿勢情報に加えてズーム情報を備えることにより、映像データ

の分解能の向上と取得範囲の拡大の両方を得ることができる。

さらに、本発明の多視点ビデオキャプチャシステムは、カメラパラメータとしてカメラの二次元又は３次元の位置情報を含むこともできる。この位置情報を含むことにより、カメラ自体が空間
5 内で移動した場合であっても、各カメラの映像データ間の空間的関係を把握することができ、少ないカメラ台数で広範囲を映像情報を取得することができる。さらに、移動する対象物を追跡しながら画像情報を取得することができる。

また、フレーム毎に記憶するデータは、前記したカメラパラメータの他に、測定データなど各種データとすることもでき、映像
10 データやカメラパラメータと同期して測定した測定データを同期して記憶することができる。

本発明のプログラムの記憶媒体の態様は、対象物の映像情報を多視点から取得する制御をコンピュータに実行させるプログラムの記憶媒体であって、複数のカメラから取得した各フレームの映像
15 データに同期用の共通のフレームカウントを順次付加する第１のプログラムコード手段と、各カメラのカメラパラメータに、前記映像データに対応するフレームカウントを順次付加する第２のプログラムコード手段とを記憶したプログラムの記憶媒体である。

第１のプログラムコード手段は、フレームカウントを付加した映像データの第１の記憶手段への記憶を含み、また、第２のプログラムコード手段は、フレームカウントを付加したカウントパラメータの第２の記憶手段への記憶を含む。このプログラムは、前
20 記データ付加手段が実行する処理を制御する。

また、カメラパラメータは、カメラのパン及びチルトのカメラの姿勢情報、ないしズーム情報を含む。また、カメラの二次元又
25

は3次元の位置情報を含むようにしても良い。さらに、例えば、音情報、温度、湿度など撮影環境や周囲の種々の情報を映像データと関連付けて記憶しても良い。

5 このカメラパラメータの他に、他の情報を映像データと関連付けて記憶する構成とすることにより、例えば、衣服に体温や外気温や各種ガスを測定するセンサを設け、カメラが撮像する映像データに加えてこれらセンサで形成した測定データを取り込み、映像データと関連付けて記憶することにより、同時点の映像データと測定データを容易に解析することができる。

10 また、本発明は、カメラがパンやチルトした際に生じるカメラパラメータのずれを補正することができる。この補正は、カメラをパン及び／又はチルトさせて複数の回転位置における画像を取得する工程と、画像からカメラの焦点位置と回転軸の中心位置との対応関係を求める工程と、カメラのカメラパラメータを取得する工程と、カメラパラメータを前記対応関係に基づいて補正する工程とを備える。

本発明の映像情報の記憶媒体の態様は、多視点から取得した対象物の映像情報を記憶する記憶媒体であって、複数のカメラから取得した各フレームの映像データに同期用の共通のフレームカウントを順次付加された第1の映像情報と、各カメラのカメラパラメータに映像データに対応するフレームカウントが順次付加された第2の映像情報とを記憶した映像情報の記憶媒体である。カメラパラメータは、カメラのパン及びチルトのカメラの姿勢情報、ないしズーム情報を含み、また、カメラの二次元又は3次元の位置情報を含むようにしても良い。また、映像データと関連付けられた種々の情報を含めても良い。

測定環境を、均質光としたり、校正を容易とするのためのスタジオ等の限られた空間とする等の制約条件を付加することなく、映像情報を取得することができる。

5 本発明により取得された映像情報は、対象物の動きや姿勢の解析に適用することができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の多視点ビデオキャプチャシステムの概略を説明するための構成図であり、第2図は本発明の多視点ビデオキャプチャシステムが備える複数のカメラ構成の一例を示す図であり、第3図は本発明の多視点ビデオキャプチャシステムが備えるカメラにより撮影される映像を説明するための図であり、第4図は本発明の多視点ビデオキャプチャシステムが備えるカメラにより撮影される映像を説明するための図であり、第5図は本発明の多視点ビデオキャプチャシステムを説明するための構成図であり、第6図は本発明の映像データ及びカメラパラメータの取得状態を説明するための時間軸上のデータ列の一例を示す図であり、第7図は本発明の記憶手段に記憶される映像データ及びカメラパラメータの一例を示す図であり、第8図は本発明の映像データ及びカメラパラメータの通信データのフォーマットの一例を示す図であり、第9図は本発明のカメラパラメータの通信データの構造の一例を示す図であり、第10図はカメラの回転中心とカメラに焦点位置との関係を説明するための概略図であり、第11図は回転中心とカメラの焦点との関係を説明するための概略図であり、第12図は本発明のキャリブレーションにおけるカメラパラメータの補正を説明するための概略図であり、第13図は本発明のカメラパラメータの補正の手順を説明するため

のフローチャートであり、第 14 図は本発明のカメラパラメータの補正の手順を説明するための図であり、第 15 図は現実世界の座標を表す 3 次元の世界座標系とカメラ側の 2 次元の座標系との関係を示す図であり、第 16 図は本発明の焦点位置から中心位置の算出の一例を説明するための図であり、第 17 図は本発明の基準物体の一例であり、第 18 図は本発明のカメラをクレーンで 3 次元的に移動させる例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について参照しながら説明する。

図 1 は、本発明の多視点ビデオキャプチャシステム（多視点映像システム）の概略を説明するための構成図である。図 1 において、多視点ビデオキャプチャシステム 1 は、対象物 10 の動画像の映像データを取得する複数のカメラ 2（図ではカメラ 2A～カメラ 2Dを示している）と、各カメラ 2 のカメラパラメータを取得するセンサ 3（図ではセンサ 3A～センサ 3Dを示している）と、複数のカメラ 2 を同期して動画像を取得させる同期手段 4（図では同期信号のみ示している）と、各カメラ 2 の映像データ間、及び映像データとカメラパラメータ間の対応付けを行うデータ付加手段 6 とを備え、互いに同期して動作する複数のカメラから取得される映像データ、及び各カメラのカメラパラメータに、相互を対応付ける情報を付加して出力する。

データ付加手段 6 が付加する対応付け情報は、例えば、1 つのカメラの映像データから抽出したフレームカウントに基づいて設定することができる。このフレームカウントは、後述するフレームカウンタ装置 7 によって求めることができる。

また、多視点ビデオキャプチャシステム 1 は、データ付加手段 6 で対応付け情報を付加した映像データを記憶する映像データ記憶手段 11、データ付加手段 6 で対応付け情報を付加したカメラパラメータを記憶するカメラパラメータ記憶手段 12 を備えることができる。

複数のカメラ 2A～2D は、対象物 10 の周囲の任意の位置に設けることができ、固定あるいは移動可能とすることができる。これらの複数のカメラ 2A～2D は、同期手段 4 が生成する同期信号により同期して対象物 10 の動画像の撮像する。なお、同期
10 合わせは、カメラ 2 が撮像する各フレーム毎に行うことも、所定フレーム単位に行うこともできる。これにより、各カメラ 2A～2D から得られる映像データは、フレーム単位で同期あわせされ、同時刻の映像データとなる。各カメラ 2 から取得された映像データはデータ付加手段 6 に収集される。

また、各カメラ 2A～2D には、各カメラのパンやチルト等のカメラの姿勢情報や焦点距離等のズーム情報などのカメラパラメータを検出するセンサ 3A～3D が設けられ、各センサ 3 で検出されたカメラパラメータはデータ収集手段 5 に収集される。

対応付け情報として用いるフレームカウントは、例えば、複数の
20 のカメラ 2 の内の 1 つのカメラから映像データを取り込み、この映像データの各フレームをカウントして取得することができる。取得したフレームカウントは、各映像データ間を同期させて対応付ける情報となると共に、映像データとカメラパラメータとを対応付ける情報となる。

データ付加手段 6 は、映像データ及びデータ収集手段 5 で収集
25 したカメラパラメータに、フレームカウントに基づいて形成した

対応付け情報を付加する。対応付け情報が付加された映像データは映像データ記憶手段 1 1 に記憶され、対応付け情報が付加されたカメラパラメータはカメラパラメータ記憶手段 1 2 に記憶される。

- 5 なお、本発明の多視点ビデオキャプチャシステム 1 は、映像データ記憶手段 1 1 及びカメラパラメータ記憶手段 1 2 を含まない構成とすることも、あるいは映像データ記憶手段 1 1 及びカメラパラメータ記憶手段 1 2 を含む構成とすることもできる。

10 図 2 は、本発明の多視点ビデオキャプチャシステムが備える複数のカメラ構成の一例を示している。なお、図 2 では複数のカメラとしてカメラ 2 A ~ 2 D の 4 台のカメラ構成の例を示しているが、カメラの台数は 2 台以上の任意の台数とすることができる。以下、カメラ 2 A を代表として説明する。

15 カメラ 2 A はカメラ本体 2 a を備え、このカメラ本体 2 a にはカメラパラメータを形成するためのセンサ 3 A が設けられる。センサ 3 A は、姿勢センサ 3 a とレンズセンサ 3 b とセンサケーブル 3 c とデータ中継器 3 d を備える。カメラ本体 2 a は、少なくとも 2 軸で回動あるいは回転自在とする雲台上に支持され、パン（横方向の首振り）及びチルト（縦方向の首振り）自在としている。
20 なお、カメラ 2 を雲台に対して横向きに取り付けた場合には、前記したパンは縦方向の首振りとなり、チルトは横方向の首振りとなる。雲台は、三脚上に設置することもできる。

25 姿勢センサ 3 a は、カメラの首振りの方向及び角度を検出するセンサであり、雲台に設けることにより、カメラ 2 A の首振りの程度をパン情報及びチルト情報として検出し出力する。また、レンズセンサ 3 b は、カメラ 2 A のズーム情報を検出するセンサで

あり、例えば焦点距離を検出することによりレンズのズーム位置を取得することができる。

姿勢センサ 3 a 及びレンズセンサ 3 b は、回転軸の連結したロータリエンコーダにより構成することができ、例えば、基準回転位置に対して、いずれの方向（例えば、右回転方向や左回転方向）にどの程度回転したかを、回転方向と回転角により検出する。なお、回転方向のデータは、例えば基準回転方向を正としたとき、正（+）あるいは負（-）により表すことができる。また、ロータリエンコーダはアブソリュート型を用いて得られる絶対角度位置を用いることもできる。 姿勢センサ 3 a 及びレンズセンサ 3 b から得られたパン、チルト、ズームの各カメラパラメータは、センサケーブル 3 c を介してデータ中継器 3 d に集められた後、データ収集手段 5 に収集される。

次に、本発明の多視点ビデオキャプチャシステムが備えるカメラにより撮影される映像について、図 3，4 を用いて説明する。

図 3 は、カメラのズームを調整して広い視野を撮影した場合を示し、図 3（b）は映像データ例を示している。この場合には、広い視野が得られる代わりに、各像の大きさは小さくなる。そのため、例えば対象物 10 中の対象物 10 a をより詳細に観察することは困難である。

この状態で、カメラのズーム機能により対象物 10 中の対象物 10 a を拡大することにより、対象物 10 a を高い解像度で観察することができるが、代わりに視野範囲が狭まることになる。本発明の多視点ビデオキャプチャシステムは、この像の拡大と視野範囲の狭さとの相反する問題を、パン及びチルトのカメラ姿勢情報とズーム情報とを用いることで調整し、ズームにより像を拡大

した場合にもパンやチルトにより広い視野範囲を確保する。

図 4 は、ズームとパンやチルトとを組み合わせた状態を示している。図 4 (d) 中の C は、図 4 (b) の位置における対象物 10 a の拡大像を示している。このズームにより狭まった視野範囲を 5 広げるため、例えば、図 4 (a) に示すように左方向にパンさせることにより、図 4 (d) 中の C-L に示す左方向の像を取得することができ、図 4 (c) に示すように右方向にパンさせることにより、図 4 (d) 中の C-R に示す右方向の像を取得することができる。また、上方向あるいは下方向にチルトさせることにより、図 4 (d) 中の C-U, C-D に示す上方向や下方向の像 10 を取得することができる。また、パンとチルトを組み合わせることにより、図 4 (d) 中の C-R-U に示す右上方向の像を取得することができる。

次に、本発明の多視点ビデオキャプチャシステムのより詳細な 15 構成例について、図 5 ～図 9 を用いて説明する。なお、図 5 は多視点ビデオキャプチャシステムを説明するための構成図であり、図 6 は映像データ及びカメラパラメータの取得状態を説明するための時間軸上のデータ列の一例を示す図であり、図 7 は記憶手段に記憶される映像データ及びカメラパラメータの一例を示す図で 20 あり、図 8 は映像データ及びカメラパラメータの通信データのフォーマットの一例を示す図であり、図 9 はカメラパラメータの通信データの構造の一例を示す図である

図 5 において、多視点ビデオキャプチャシステム 1 は、複数のカメラ 2 (図ではカメラ 2 A ～カメラ 2 D を示している) と、各 25 カメラ 2 のカメラパラメータを取得するセンサ 3 (図ではセンサ 3 A ～センサ 3 D を示している) と、複数のカメラ 2 を同期して

5 動画像を取得させる同期手段 4（同期発生手段 4 a，分配手段 4 b）と、各センサ 3 からのカメラパラメータを収集するデータ収集器 5 と、各カメラ 2 の映像データ間、及び映像データとカメラパラメータ間の対応付けを行うデータ付加手段 6（通信データ制御手段 6 a，RGB 重畳手段 6 b）と、対応付けを行う情報としてフレームカウントを出力するフレームカウンタ装置 7 とを備える。また、データ付加手段 6 が出力する映像データを記憶する映像データ記憶手段 1 1、及びカメラパラメータを記憶するカメラパラメータ記憶手段 1 2 を備える。

10 同期手段 4 は、同期発生手段 4 a で発生した同期信号を分配手段 4 b により各カメラ 2 A～2 D に分配する。各カメラ 2 A～2 D はこの同期信号に基づいて撮像し、映像データのフレーム毎に取得する。図 6 において、図 6（b）はカメラ A が取得する映像データを示し、同時信号に同期して映像データ A 1，A 2，A 3，
15 …，A n，…をフレーム単位で出力する。同様に、図 6（g）はカメラ B が取得する映像データを示し、同時信号に同期して映像データ B 1，B 2，B 3，…，B n，…をフレーム単位で出力する。

各フレーム単位の映像データは、例えば、RGB 信号と SYNC
20 C 信号（垂直同期信号）を含み、SYNC 信号はフレームをカウントし、フレーム間及び映像データとカメラパラメータとの間の対応付けを行うフレームカウントの生成に用いる。なお、RGB 信号はアナログ信号とすることもデジタル信号のいずれの信号形態としてもよい。

25 また、同期信号は、各フレーム単位で出力することも、あるいは所定フレーム数毎に出力してもよい。所定フレーム数毎に同期

信号を出力する場合には、同期信号間のフレーム取得は各カメラが備えるタイミングで行い、所定フレーム数毎に同期信号によって各カメラ間のフレーム取得を同期させる。

5 データ収集器 5 は、各カメラに設けたセンサ 3（姿勢センサ 3 a，レンズセンサ 3 b）で検出したカメラパラメータ（カメラのパン情報、チルト情報、ズーム情報）を収集する。なお、各センサ 3 は、例えば、ロータリエンコーダ等から出力されるエンコーダパルスの信号形態で出力される。このエンコーダパルスは、パン、チルトについては雲台に対する回転角及び回転方向の情報を
10 含み、ズームについてはカメラレンズの移動（あるいはズーム機構の回転量）及び方向の情報を含む。

データ収集器 5 は、これら各センサ 3 A～3 D から出力されるエンコーダパルスを、映像データ中の SYNC 信号（垂直同期信号）に同期して読み込み、データ付加手段 6 にシリアル通信する。

15 図 6（c）は、データ収集器で収集されるセンサ 3 A のカメラパラメータを示している。カメラパラメータ PA 1 は、映像データ A 1 の SYNC 信号（垂直同期信号）に同期して読み込まれ、次のカメラパラメータ PA 2 は、映像データ A 2 の SYNC 信号（垂直同期信号）に同期して読み込まれ、同様にして順次各映像
20 データの SYNC 信号（垂直同期信号）に同期して読み込みが行われる。

このカメラパラメータの読み込みの際に同期信号として用いる SYNC 信号（垂直同期信号）は、複数のカメラの内の 1 つのカメラから取得される映像データが用いられる。図 5，6 に示す例
25 では、カメラ 2 A の映像データを用いた例を示している。

したがって、データ収集器に収集されるセンサ 3 B のカメラパ

ラメータは、図 6 (h) に示すように、カメラパラメータ P B 1 は、映像データ A 1 の S Y N C 信号 (垂直同期信号) に同期して読み込まれ、次のカメラパラメータ P B 2 は、映像データ A 2 の S Y N C 信号 (垂直同期信号) に同期して読み込まれ、同様にし
5 て順次カメラ 3 A の映像データ A n の S Y N C 信号 (垂直同期信号) に同期して読み込みが行われる。これにより、データ収集器 5 に収集される各カメラ 3 A ~ 3 D のカメラパラメータの同期合わせを行うことができる。

フレームカウンタ装置 7 は、各カメラ 2 A ~ 2 D の映像データの各フレーム単位での対応付けと、映像データとカメラパラメータとの各フレーム単位での対応付けを行うための情報として、フレームカウントを形成して出力する。このフレームカウントは、例えば、複数のカメラ 2 の内の 1 つのカメラから映像データを取り込み、この映像データの各フレームをカウントすることで取得
10 される。映像データの取り込みは、例えば同期信号発生装置などの外部信号を同期信号として用いてもよい。図 5, 6 に示す例では、カメラ 2 A の映像データを用いた例を示している。

図 6 (c) は、映像データ A 1 ~ A n, ... に基づいて取得したフレームカウントを示している。なお、ここでは、説明の便宜上、
20 映像データ A 1 のフレームに対してフレームカウント 1 を対応付け、次の映像データ A 2 のフレームに対してフレームカウント 2 を対応付けし、順次フレームカウントを増やす例を示しているが、フレームカウントの初期値やカウントの増加数 (あるいは減少数) は任意とすることができる。なお、フレームカウンタのリセット
25 は、電源投入時あるいはフレームカウンタリセット釦を操作することにより任意の時点で行うことができる。

データ収集器 5 は、収集したカウントパラメータにこのフレームカウントを付加して、データ付加手段 6 に通信する。

データ付加手段 6 は、通信データ制御手段 6 a と R G B 重畳装置 6 b を備える。このデータ付加手段 6 は、例えば、パーソナル
5 コンピュータで構成することもできる。

通信データ制御手段 6 a は、データ収集器 5 からカメラパラメータとフレームカウントの情報を受け取り、カメラパラメータ記憶手段 1 2 に記憶すると共に、フレームカウントの情報を抽出する。

10 R G B 重畳装置 6 b は、各カメラ 2 A ~ 2 D からの映像データを取り込むと共に、通信データ制御手段 6 a からフレームカウントを取り込み、映像データの R G B 信号にフレームカウントを重畳させて、映像データ記憶手段 1 1 に記憶する。フレームカウントの重畳は、例えば、フレームカウントをコード化してフレーム
15 コードとし、映像データを構成する走査信号中の信号再生に邪魔にならない部分に付加することで行うことができる。

図 6 (e) , (i) は、映像データ記憶手段への映像データ及びフレームカウントの記憶状態を示している。例えば、カメラ 2 A の映像データについては、図 6 (e) に示すように、映像データ A 1 のフレームはフレームカウント 1 がフレームコード 1 として重畳されて記憶され、映像データ A 2 のフレームはフレームカウント 2 がフレームコード 2 として重畳されて記憶され、以下順に、映像データに対応するフレームコードが重畳されて記憶される。また、カメラ 2 B の映像データについては、図 6 (i) に示すように、映像データ B 1 のフレームはフレームカウント 1 がフレームコード 1 として重畳されて記憶され、映像データ B 2 のフ
20
25

フレームはフレームカウント 2 がフレームコード 2 として重畳されて記憶され、以下順に、映像データに対応するフレームコードが重畳されて記憶される。多のカメラの映像データについても、同様に映像データに対応するフレームコードが重畳されて記憶される。この映像データにフレームコードを重畳して記憶することにより、複数のカメラで取得した各映像データのフレーム単位の同期合わせが可能となる。

図 6 (f) , (j) は、カメラパラメータ記憶手段へのカメラパラメータ及びフレームカウントの記憶状態を示している。例えば、センサ 3 A のカメラパラメータについては、図 6 (f) に示すように、カメラパラメータ P A 1 はフレームカウント 1 がフレームコード 1 として重畳されて記憶され、カメラパラメータ P A 2 のフレームはフレームカウント 2 がフレームコード 2 として重畳されて記憶され、以下順に、カメラパラメータに対応するフレームコードが重畳されて記憶される。また、センサ 3 B のカメラパラメータについては、図 6 (j) に示すように、カメラパラメータ P B 1 はフレームカウント 1 がフレームコード 1 として重畳されて記憶され、カメラパラメータ P B 2 のフレームはフレームカウント 2 がフレームコード 2 として重畳されて記憶され、以下順に、カメラパラメータに対応するフレームコードが重畳されて記憶される。このカメラパラメータにフレームコードを重畳して記憶することにより、複数のカメラの映像データと複数のセンサのカメラパラメータとをフレーム単位の同期合わせが可能となる。

図 7 は、映像データ記憶手段に記憶される映像データ例、及びカメラパラメータ記憶手段に記憶されるカメラパラメータ例を示している。

図 7 (a) は映像データ記憶手段に記憶される映像データ例であり、カメラ 2 A ~ 2 D について示している。例えば、カメラ 2 A の映像データは、各フレーム毎に映像データ A 1 ~ A n と、フレームコード 1 ~ n とが重畳されて記憶される。

5 また、図 7 (b) はカメラパラメータ記憶手段に記憶されるカメラパラメータ例であり、センサ 3 A ~ 3 D について示している。例えば、センサ 3 A のカメラパラメータは、各フレーム毎にカメラパラメータ P A 1 ~ P A n と、フレームコード 1 ~ n とが重畳されて記憶される。

10 各記憶手段に記憶された映像データ及びカメラパラメータは、付加されたフレームコードを用いることにより、同期した同時刻のデータを抽出することができる。

次に、カメラパラメータのデータ構成例について図 8 , 9 を用いて説明する。

15 図 8 はカメラパラメータの通信データのフォーマット例である。この例では、1 パケット当たり 29 バイトで形成する。0 バイト目の H E D はヘッダ情報を格納し、1 ~ 28 バイト目の A ~ α はカメラパラメータに関するデータを格納し、29 バイト目の S U M はチェックサムであり、0 バイト目 (H E D) から 27 バイト
20 目 (α) の合計値と所定値との A N D をとることにより、データチェックを行う。

また、図 9 はカメラパラメータの通信データ例である。A ~ C にはフレームカウンタのデータが格納され、D ~ I には第 1 のセンサから取得されるカメラパラメータが格納され、J ~ O には第
25 2 のセンサから取得されるカメラパラメータが格納され、P ~ U には第 3 のセンサから取得されるカメラパラメータが格納され、

V ~ α には第 4 のセンサから取得されるカメラパラメータが格納される。各カメラパラメータには、パン、チルト、ズームの各データが符号 (P f (パン情報の符号), T f (チルト情報の符号), Z f (ズーム情報の符号)) が格納される。

5 次に、カメラキャリブレーションについて説明する。

3次元位置を特定するには、現実の世界の3次元位置と、カメラ画像において対応するピクセル位置が正確に合っている必要があるが、実際の撮像では種々の要因により正確な対応付けができていない。そのため、キャリブレーションにより補正が行われる。補正手法として、対応付けられた画像上に点と現実の3次元座標との組からカメラパラメータを推定する方法が用いられている。この方法として、カメラのひずみも考慮して焦点距離やカメラの位置、姿勢などの物理量を求めるTsaiのアルゴリズムと呼ばれる方法が知られている。Tsaiのアルゴリズムでは、多数の世界座標系の点とそれらの点に対応する画像座標上の点の組を用い、外部パラメータとして回転行列 (パラメータ3個) と平行移動パラメータ (パラメータ3個) を求め、内部パラメータとして焦点距離 f 、レンズひずみ κ_1 , κ_2 、スケール係数 s_x 、画像原点 (C_x , C_y) を求める。撮影時に変化するには、回転行列と平行移動行列、焦点距離であり、これらのカメラパラメータを映像データと共に記録する。

10
15
20

キャリブレーションは、複数の各カメラにより基準物体を撮影し、写しこんだ基準物体の画像上のピクセル位置と対応した基準物体のある点を複数組用いて行う。キャリブレーションの手順は、3次元位置が既知である物体を写し込み、画像上に点と対応付けを行ってカメラパラメータを取得し、また、画像上における対象

25

物体を取得し、個々のカメラで得られたカメラパラメータ及び画像上で取得された対象物体の位置を基に、対象物体の3次元空間の位置を算出する。

5 従来行われているキャリブレーションは、固定したカメラのカメラパラメータを校正するものである。これに対して、本発明の多視点ビデオキャプチャシステムでは、撮影中にパン、チルト、ズームを行い、カメラパラメータが変化する。こうようにカメラのパン、チルト、ズームが変化すると、固定したカメラには無い新たな問題が生じる。

10 図10は、カメラの回転中心とカメラに焦点位置との関係を説明するための概略図である。図10において、Aはカメラの焦点であり、Bはカメラのパン回転の中心位置Bであり、Cはカメラのチルト回転の中心位置である。カメラ2は、少なくともパンやチルトの2軸で回転自在に支持する雲台13と、この雲台13を
15 回転自在に支持する三脚14とを備える。各中心位置B、C、Dとカメラの焦点Aとは、必ずしも一致してしない。そのため、パンやチルトは、カメラの焦点を中心として回転するのではなく、雲台等のカメラを固定している部分の回転軸を中心として回転する。

20 図11は、回転中心とカメラの焦点との関係を説明するための概略図である。なお、以下では、カメラは三脚の設置中心位置に正確に固定されているものとして説明する。カメラの焦点位置とパン回転座標系、カメラの焦点位置とチルト回転座標系との間には、図11に示すように、円周上の1点と円の中心座標との関係
25 が保持される。図11(a)はカメラをパンした場合の回転軸中心Oとカメラの焦点位置Fとの関係を示し、図11(b)はカメ

ラをチルトした場合の回転軸中心Oとカメラの焦点位置Fとの関係を示している。

図11に示すように、回転軸中心Oとカメラの焦点位置Fとが一致していないため、回転軸中心Oを中心として回転すると、その回転に応じてカメラの焦点位置Fがずれる。この焦点位置Fのずれにより、カメラの撮像面上の点と実際の3次元位置との間にずれが生じ、求めたカメラパラメータに誤差が生じ、正確な位置を取得することができないことになる。このカメラパラメータを補正するには、この回転軸とカメラの焦点の位置関係を正確に定める必要がある。

図12は、本発明のキャリブレーションにおけるカメラパラメータの補正を説明するための概略図である。なお、図12では、複数のカメラとしてカメラ2A～2Dの4台のカメラの例を示しているが任意の複数台とすることができる。

図12において、複数のカメラ2A～2Dから映像データを取得すると共に、各カメラに設けたセンサからカメラパラメータを取得する。従来のモーションキャプチャ等の映像システムでは、各固定カメラから取得したカメラパラメータを、予め求めておいた実際の位置と画像上の位置との位置関係に基づいてキャリブレーションしている（図12中の一点鎖線）。

これに対して、本発明の多視点ビデオキャプチャシステムでは、カメラがパン、チルト、及びズームすることにより生じるカメラパラメータのずれを、カメラの焦点位置と回転軸の中心位置との関係に基づいて補正する。このカメラパラメータの補正は、各カメラ毎に、カメラの画像データに基づいてカメラの焦点位置と回転軸の中心位置との関係を求め、この位置関係から補正前後のカ

メラパラメータの対応関係を求め、この対応関係に基づいてキャリブレーションされたカメラパラメータを変換することで行われる。

5 なお、キャリブレーション及びカメラの焦点位置と回転軸の中心位置との関係は、基準物体を撮像することにより取得することができ、画像データの取得する前に予め求めておく。

次に、カメラパラメータの補正の手順について図 1 3 のフローチャート、図 1 4 の説明図にしたがって説明する。なお、図 1 4 中の S の番号は、フローチャート中の S の番号と対応している。

10 図 1 1 において、カメラをパン（又はチルト）させた時の複数の焦点の位置座標を取得することができれば、パン（又はチルト）の回転座標値を算出することができ、これから焦点の位置座標とパン（又はチルト）の回転座標値との関係を求めることができる。

15 センサから取得されるカメラパラメータは、回転軸の中心位置を基準とするものであるので、上記の関係をを用いてカメラパラメータを変換することにより、焦点の位置を基準とするカメラパラメータを取得することができる。

以下、チルトについても同様であるため、パンを例にして説明する。

20 はじめに、ステップ S 1 ～ステップ S 9 により回転に中心位置を求める。カメラをパン方向に振ってパン位置を定める。このパン位置は任意の位置とすることができる（ステップ S 1）。定めたパン位置において画像を取得する。このとき、キャリブレーション及び補正を行うために、撮像対象として基準物体を用いる（ス

25 テップ S 2）。パン位置を変えながら複数の画像を取得する。取得する画像数は、2 以上の任意の数とすることができる。図 1 4

では、取得した画像として画像 1 ～ 画像 5 を示している（ステップ S 3）。

取得した画像からあるパン位置の画像を読み出し（ステップ S 4）、読み出した画像から基準物体の基準位置（ X_w , Y_w , Z_w ）のカメラ座標上の座標位置（ u , v ）を求める。図 15 は、
 現実世界の座標を表す 3 次元の世界座標系と、カメラ側の 2 次元の座標系との関係を示している。図 15 において、世界座標系にある 3 次元位置 P （ X_w , Y_w , Z_w ）は、カメラ側の 2 次元の座標系において P （ u , v ）に対応する。この対応関係は、基準
 物体上に定めた基準位置を指標として求めることができる（ステップ S 5）。

この現実世界の位置がカメラ画像上のどのピクセルに射影されるかは、図 15 に示すように、全ての光が一点（焦点）に集約されるピンホールカメラモデルにより考えることができ、世界座標系の 3 次元位置 P （ X_w , Y_w , Z_w ）とカメラ画像上の 2 次元の座標系の P （ u , v ）との関係は、以下の行列式で表すことができる。

$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{pmatrix}$$

この行列式の内、未知の値である $r_{11} \sim r_{34}$ の 12 値は、
 既知の点（ X_w , Y_w , Z_w ）と点（ u , v ）の対応の組を少なくとも 6 組用いることで求めることができる（ステップ S 6）。

求めた $r_{11} \sim r_{34}$ の値を用いてカメラパラメータを校正す

ることによりカメラパラメータのキャリブレーションを行う。カメラパラメータは、内部変数及び外部変数を含む。内部変数としては、例えば焦点距離、画像中心、画素サイズ、レンズのゆがみ係数があり、外部変数としては、例えばパン、チルトなどの回転角度、やカメラ位置がある。ここでは、キャリブレーションにより

5 パン位置での焦点位置 (x, y, z) を求める (ステップ S 7)。

前記ステップ S 1 ~ ステップ S 3 の工程で取得した画像について、ステップ S 4 ~ ステップ S 7 の工程を繰り返して、パン位置での焦点位置を求める。図 1 4 では、画像 1 ~ 画像 5 から焦点位置

10 $F 1 (x 1, y 1, z 1) \sim F 5 (x 5, y 5, z 5)$ を求める場合を示している。なお、回転軸中心を算出するには、焦点位置は少なくとも 3 点求めればよいが、算出に用いる焦点位置を増やすことにより回転軸中心の位置精度を高めることができる (ステップ S 8)。

15 次に、求めた焦点位置からパン回転の中心位置 $O (x 0, y 0, z 0)$ を求める。図 1 6 は焦点位置から中心位置の算出の一例を説明するための図である。

求めた複数の焦点位置から任意の 2 点を選出し、この 2 点を結ぶ直線に垂直 2 等分線を取得する。この垂直 2 等分線を少なくとも

20 も 2 本求め、この垂直 2 等分線の交点からパン回転の中心位置 $O (x 0, y 0, z 0)$ を求める。

なお、交点が 2 つ以上求められた場合には、例えば、これら交点位置の平均を求め、この位置をパン回転の中心位置 $O (x 0, y 0, z 0)$ とする (ステップ S 9)。

25 上記工程によりパン回転の中心位置 $O (x 0, y 0, z 0)$ と各焦点位置とが求められたので、この位置関係から、パン回転の

中心位置 O におけるパンの回転角度 θ と、各焦点位置におけるパンの回転角度 θ' との対応関係を幾何学的に求めることができる（ステップ S 1 0）。求めた対応関係に基づいて、パンの回転角度を補正する（ステップ S 1 1）。

5 上記説明ではパンを例としているが、チルトについても同様に補正することができる。

図 1 7 は、基準物体の一例である。上記補正の精度を高めるには、各カメラに様々な角度（パン角、チルト角）を取得する必要がある、自動的に取得することが望ましい。この自動取得には、
10 現実の 3 次元位置とカメラの撮像面上の 2 次元位置との対応関係を取得するために、パン及びチルトの振り角度が大きい場合であっても、基準位置が撮像される必要がある。

このために、基準物体は、パン及びチルトの大きな振り角に対しても基準位置が撮像面に写し込まれる形状であることが望まれる。
15 図 1 7 の基準物体 1 5 はその一例であり、例えば、8 角形の上底と下底を持ち、この上底と下底の間を 2 層に側面部分で結び、各層部分は 8 個の 4 角形の面により構成し、層が隣接する部分に径は上底及び下底よりも大径としている。これにより、各頂点は凸状態となり、頂点を基準位置とする場合に、位置検出を容易と
20 することができる。各面には、格子状（チェッカーフラッグ）の模様を設けてもよい。

なお、この形状は一例であり、上底と下底は 8 角形に限らず任意の多角形とする他、層の数も 2 以上としてもよい。多角形の数、及び層数を増やすほど、パンやチルトの振り角を大きくとった場合でも、撮像画面上において基準位置の写し込みが容易となる。
25

次に、カメラ自体を空間内で移動させる場合について説明する。

カメラを空間内で３次元的に移動させることにより、基準物体や
撮像対象の一部が隠れてしまうことを防ぐことができる。カメラ
を空間内で３次元的に移動させる手段として、クレーンを用いる
ことができる。図１８は、カメラをクレーンで３次元的に移動さ
5 せる例を示している。

クレーンは、通常三脚等の支持部分のヘッド部に伸縮自在のロ
ッド材を取り付けてなり、カメラを常に水平にして３次元的に遠
隔制御することができる。なお、カメラのパン、チルトは、クレー
ンの制御位置と同位置で制御することができ、カメラのズーム
10 はカメラコントロールユニットからの操作で制御することができる。

また、ロッド材を支持する雲台１７にパン角、チルト角、伸縮
度を検出するセンサを設けることにより、クレーンの動作パラメ
ータを取得することができ、カメラパラメータと同様に、映像デ
15 ータと関連づけて同期して記憶することができる。

本発明では、各カメラにフレーム同期のための信号（ゲインロ
ック信号）を送ると同時に、カメラから出力されたフレームデー
タ（画像データ）に、同期に合わせたフレーム番号のデータを重
疊して記録装置に書き込む。同様に、同期信号に合わせて、カメ
20 ラに取り付けた測定器からパン、チルト、ズーム、及びカメラ自
体の位置データを取得する。これらのカメラパラメータデータは、
全部を毎回取得しても、例えば４バイト×６データを毎秒６０フ
レーム取得したとして１４４００ビット／秒にしかならず、通常
のシリアルラインを使ってもカメラから伝送することができる。
25 さらに、各カメラからのカメラパラメータデータは、一台のパソ
コンを用いて十分に集約できるデータ量であり、仮に８台程度の

ビデオカメラを用いたとしても、フレーム番号を付け足しても 1 時点で 200 バイト、1 秒間で 12 キロバイト程度と非常に少なく、済むため、ディスク等の記録媒体に保存することも容易である。すなわち、カメラパラメータを分離して記録した場合であっても、フレーム取得時点とフレーム番号とに厳密に対応づけてあるため、解析が可能である。さらに、本発明によれば、例えば温度センサ等の他のセンサで取得した任意のデータをフレーム取得時点と対応させて記録することができ、画像との対応関係を明確にしたデータ解析を行うことができる。

上記各態様において、カメラパラメータは、各カメラのパン情報、チルト情報、ズーム情報に各カメラの位置情報を加えてもよい。このカメラの位置情報を加えることにより、カメラ自体が移動した場合であっても、取得して映像データ上の対象物やその位置を求めることができ、対象物が広範囲を移動した場合においても、多数のカメラを設置することなく少ないカメラ台数で、映像データを取得できない範囲を生じさせることなく対応することができる。

また、カメラパラメータは、カメラの姿勢情報やズーム情報の他、音情報、温度、湿度など撮影環境や周囲の種々の情報を映像データと関連付けて記憶しても良い。例えば、衣服に体温や外気温や各種ガスを測定するセンサや圧力センサを設け、カメラが撮像する映像データに加えてこれらセンサで形成した測定データを取り込み、映像データと関連付けて記憶するようにしてもよい。これにより、外気温や大気成分などの人が作業する外部環境や、人体の体温や人体の各部位に加わる圧力等負荷などの内部環境など、撮像される環境と関連する種々のデータを、映像データと同

時に関連づけて記憶することができ、同時点の映像データと測定データを容易に読み出して解析することができる。

5 本発明の態様によれば、測定環境に対して、均質光としたり、校正を容易とするためのスタジオ等の限られた空間とする等の制約条件を付加することなく、映像情報を取得することができる。

本発明により取得された映像情報は、対象物の動きや姿勢の解析に適用することができる。

10 以上説明したように、本発明によれば、対象物の映像を含む実際の動きを、測定環境に依存することなく取得することができる。また、本発明によれば、広範囲の映像を高精度で取得することができる。

産業上の利用の可能性

15 本発明は、人や物等の移動体の解析や仮想空間の形成に利用することができる。工業、医学、スポーツ等の分野に適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 対象物の映像情報を多視点から取得するビデオキャプチャシステムであって、

5 3次元に可動で対象物の動きを追尾可能とする複数のカメラを備え、
前記複数のカメラを互いに同期して得られる動画像の映像データ、
当該各カメラのカメラパラメータ、及び前記動画像の映像データと
カメラパラメータとを相互にフレーム毎に対応付ける対応付情報を
取得し、

10 前記動画像の映像データを前記対応付情報に基づいて対応するカメラ
パラメータによりキャリブレーションし、対象物の動き及び姿勢
を解析するための情報を得ることを特徴とする、多視点ビデオキャ
プチャシステム。

2. 前記動画像の映像データ及びカメラパラメータを記憶し、当該
映像データ及びカメラパラメータを各フレーム毎に記憶することを
15 特徴とする、請求の範囲第1項に記載の多視点ビデオキャプチャシ
ステム。

3. 対象物の映像情報を多視点から取得するビデオキャプチャシ
ステムであって、

20 動画像の映像データを取得する複数の3次元に可動なカメラと、
前記各カメラのカメラパラメータを取得する検出手段と、
前記複数のカメラを同期させる同期手段と、

各カメラの同期した動画像の映像データ間、及び動画像の映像デ
ータとカメラパラメータ間の対応付ける対応付情報を付加するデータ
付加手段と、

25 前記各動画像の映像データを前記対応付情報に基づいて対応するカ
メラパラメータでキャリブレーションし、対象物の動き及び姿勢を

解析するための情報を得るキャリブレーション手段とを備えることを特徴とする、多視点ビデオキャプチャシステム。

4. 前記対応付情報を付加した映像データをフレーム毎に記憶する映像データ記憶手段と、

5 前記対応付情報を付加したカメラパラメータを記憶するカメラパラメータ記憶手段とを備えることを特徴とする、請求の範囲第3項に記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

5. 前記対応付情報は、前記複数のカメラの1つのカメラから取得される動画像の映像データのフレームカウントであることを特徴とする、請求の範囲第1項乃至第4項の何れかに記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

6. 前記カメラパラメータは、カメラのパン及びチルトのカメラの姿勢情報、ないしズーム情報を含むことを特徴とする、請求の範囲第1項乃至第5項の何れかに記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

7. 前記カメラパラメータは、カメラの二次元又は3次元の位置情報を含むことを特徴とする、請求の範囲第6項に記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

8. フレーム毎に記憶するデータは測定データを含むことを特徴とする、請求の請求第2又は第4項に記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

9. 対象物の映像情報を多視点から取得する制御をコンピュータに実行させるプログラムの記憶媒体であって、

複数のカメラから取得した各フレームの映像データに同期用の共通のフレームカウントを順次付加する第1のプログラムコード手段と、各カメラのカメラパラメータに、前記映像データに対応するフレー

ムカウントを順次付加する第 2 のプログラムコード手段とを記憶したプログラムの記憶媒体。

10 10. 前記第 1 のプログラムコード手段は、フレームカウントを付加した映像データの第 1 の記憶手段への記憶を含むことを特徴とする、請求の範囲第 9 項に記載プログラムの記憶媒体。

11. 前記第 2 のプログラムコード手段は、フレームカウントを付加したカウントパラメータの第 2 の記憶手段への記憶を含むことを特徴とする、請求の範囲第 9 項に記載プログラムの記憶媒体。

10 12. 前記カメラパラメータは、カメラのパン及びチルトのカメラの姿勢情報、ないしズーム情報を含むことを特徴とする、請求の範囲第 9 項乃至第 11 項の何れかに記載のプログラムの記憶媒体。

13. 前記カメラパラメータは、カメラの二次元又は 3 次元の位置情報を含むことを特徴とする、請求の範囲第 12 項に記載プログラムの記憶媒体。

15 14. 多視点から取得した対象物の映像情報を記憶する記憶媒体であって、

複数のカメラから取得した各フレームの映像データに同期用の共通のフレームカウントが順次付加された第 1 の映像情報と、

20 各カメラのカメラパラメータに、前記映像データに対応するフレームカウントが順次付加された第 2 の映像情報とを記憶した映像情報の記憶媒体。

15 15. 前記カメラパラメータは、カメラのパン及びチルトのカメラの姿勢情報、ないしズーム情報を含むことを特徴とする、請求の範囲第 14 項に記載映像情報の記憶媒体。

25 16. 前記カメラパラメータは、カメラの二次元又は 3 次元の位置情報を含むことを特徴とする、請求の範囲第 14 項に記載映像情報の

記憶媒体。

17. カメラをパン及び／又はチルトさせて複数の回転位置における画像を取得する工程と、

5 前記画像からカメラの焦点位置と回転軸の中心位置との対応関係を求める工程と、カメラのカメラパラメータを取得する工程と、

前記カメラパラメータを前記対応関係に基づいて補正する工程とを備えることを特徴とするカメラパラメータの補正方法。

[2004年6月3日 (03.06.04) 国際事務局受理：出願当初の請求の範囲 1 は補正された；新しい請求の範囲 18 が加えられた；他の請求の範囲は変更なし。]

1. (補正後) 対象物の映像情報を多視点から取得するビデオキャプチャシステムであって、

3次元に可動で対象物の動きを追尾可能とする複数のカメラを備え、
5 前記複数のカメラのフレーム毎に同期した動画像の映像データ、当該各カメラのフレーム毎のカメラパラメータ、及び前記動画像の映像データとカメラパラメータとを相互にフレーム毎に対応付ける対応付情報を取得し、

前記複数カメラの動画像の映像データを、前記対応付情報に対応付けられたカメラパラメータを用いてフレーム毎にキャリブレーションし、対象物の各時点の3次元の動き及び姿勢を解析するための情報を連続的に得ることを特徴とする、多視点ビデオキャプチャシステム。
10

2. 前記動画像の映像データ及びカメラパラメータを記憶し、当該映像データ及びカメラパラメータを各フレーム毎に記憶することを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の多視点ビデオキャプチャシステム。
15

3. 対象物の映像情報を多視点から取得するビデオキャプチャシステムであって、

20 動画像の映像データを取得する複数の3次元に可動なカメラと、前記各カメラのカメラパラメータを取得する検出手段と、前記複数のカメラを同期させる同期手段と、各カメラの同期した動画像の映像データ間、及び動画像の映像データとカメラパラメータ間の対応付ける対応付情報を付加するデータ付加手段と、
25

前記各動画像の映像データを前記対応付情報に基づいて対応するカ

メラパラメータでキャリブレーションし、対象物の動き及び姿勢を

解析するための情報を得るキャリブレーション手段とを備えることを特徴とする、多視点ビデオキャプチャシステム。

4. 前記対応付情報を付加した映像データをフレーム毎に記憶する映像データ記憶手段と、

5 前記対応付情報を付加したカメラパラメータを記憶するカメラパラメータ記憶手段とを備えることを特徴とする、請求の範囲第3項に記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

5. 前記対応付情報は、前記複数のカメラの1つのカメラから取得される動画像の映像データのフレームカウントであることを特徴とする、請求の範囲第1項乃至第4項の何れかに記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

6. 前記カメラパラメータは、カメラのパン及びチルトのカメラの姿勢情報、ないしズーム情報を含むことを特徴とする、請求の範囲第1項乃至第5項の何れかに記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

7. 前記カメラパラメータは、カメラの二次元又は3次元の位置情報を含むことを特徴とする、請求の範囲第6項に記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

8. フレーム毎に記憶するデータは測定データを含むことを特徴とする、請求の範囲第2項又は第4項に記載の多視点ビデオキャプチャシステム。

9. 対象物の映像情報を多視点から取得する制御をコンピュータに実行させるプログラムの記憶媒体であって、

複数のカメラから取得した各フレームの映像データに同期用の共通のフレームカウントを順次付加する第1のプログラムコード手段と、
25 各カメラのカメラパラメータに、前記映像データに対応するフレー

報の記憶媒体。

17. カメラをパン及び／又はチルトさせて複数の回転位置における画像を取得する工程と、

前記画像からカメラの焦点位置と回転軸の中心位置との対応関係を求める工程と、カメラのカメラパラメータを取得する工程と、

前記カメラパラメータを前記対応関係に基づいて補正する工程とを備えることを特徴とするカメラパラメータの補正方法。

18. (補正後) 3次元物体の対象物の映像情報を取得し、当該対象物の3次元の動きを再現するモーションキャプチャシステムであって、

複数カメラについて、各カメラのパン、チルト、ズームの少なくとも何れか一つを含むカメラパラメータを変えることによって対象物の3次元の移動を追尾すると共に、

各カメラが撮像する動画像の同期した映像データと、当該各カメラのカメラパラメータとをフレーム毎に対応づけて取得し、

複数カメラの動画像の各映像データをフレーム毎に前記カメラパラメータによってキャリブレーションして、カメラの追尾による画像の位置ずれを補正し、広域で移動する3次元物体の対象物の位置を連続的に算出することを特徴とする広域モーションキャプチャシステム。

条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第1項は、複数のカメラのフレーム毎に同期した動画の画像データをカメラパラメータによってフレーム毎にキャリブレーションし、解析情報を連続的に得る構成を明確にした。

また、請求の範囲第18項は、3次元物体の対象物の映像情報を取得して対象物の3次元の動きを再現するモーションキャプチャシステムに関する請求項の追加である。

この補正は、例えば、第4頁第22行～第5頁第1行、第6頁第10行～17行、第20頁第10行～12行、第21頁第22行～第22頁第3行、第23頁第21行～第24頁第3行、第28頁第16行～第29頁第9行、第29頁第24行～第30頁第2行等の記載内容に基づくものである。

引用される文献において、引用文献1(JP2002-25743A)は、静止した物体を2台のカメラで撮影して対応付けを行うものであり、複数カメラで撮影する点が開示されているものの、その撮影対象は静止物体であって、本発明のように3次元に可動な対象物の動きを追尾する技術に関するものではない。また、引用文献2(JP2921718B2)は、1枚の画像と付加情報とを蓄積する点が示されているが、この画像は、製造ライン上に送られる個々の対象物の位置や姿勢を求めるものであって、静止画像であり、また各画像間には何らの関連性もなく、本発明のように3次元に可動な対象物の動きを追尾する技術に関するものではない。

また、引用文献3(JP2677312B2)は、現時点と1フレーム前の時点のカメラワークの変化を求める点が示されているが、これはシーン検出を行うものであってカメラ座標系内のみの算出に止まる。

上記各引用文献のいずれも、3次元に可動な対象物の動きを追尾する技術に関するものではなく、これらの引用文献を組み合わせたとしても本発明を構成することはできない。

1/18

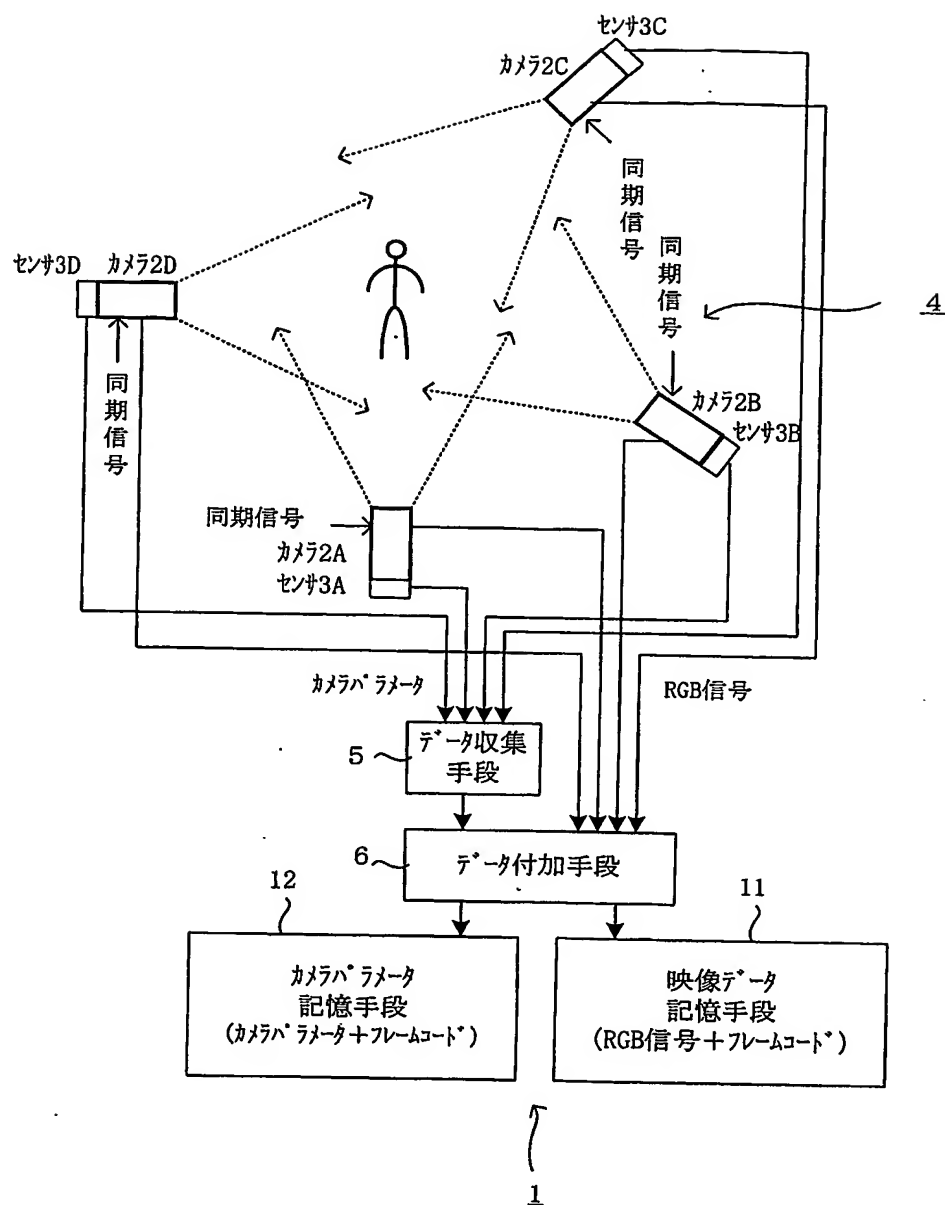


Fig. 1

2/18

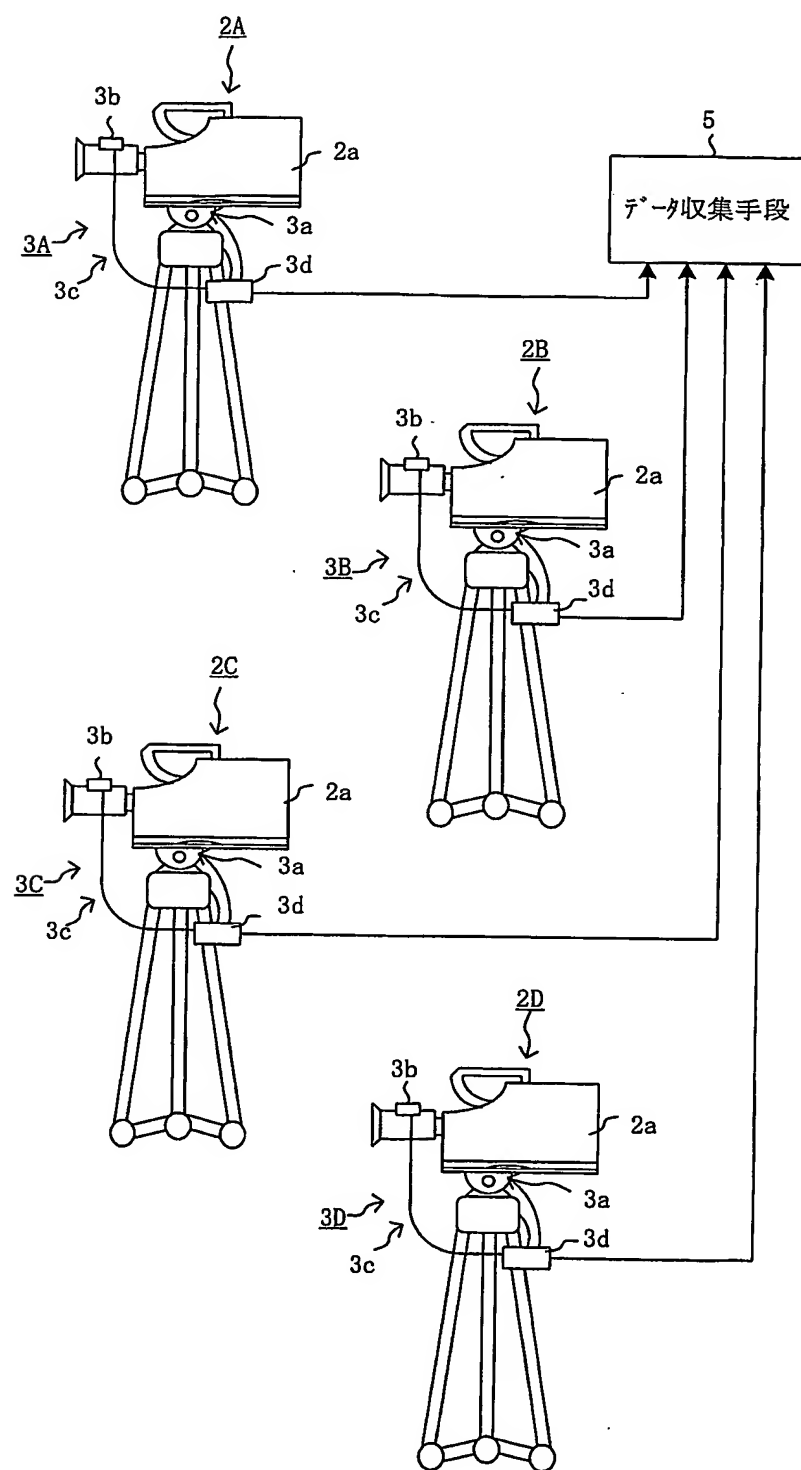


Fig. 2

3/18

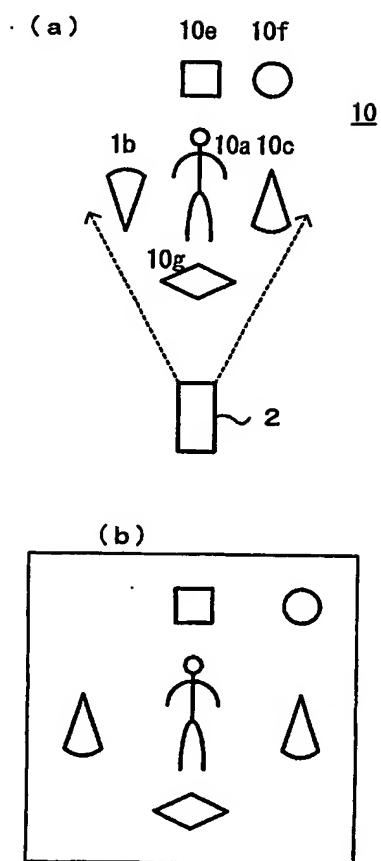


Fig. 3

4/18

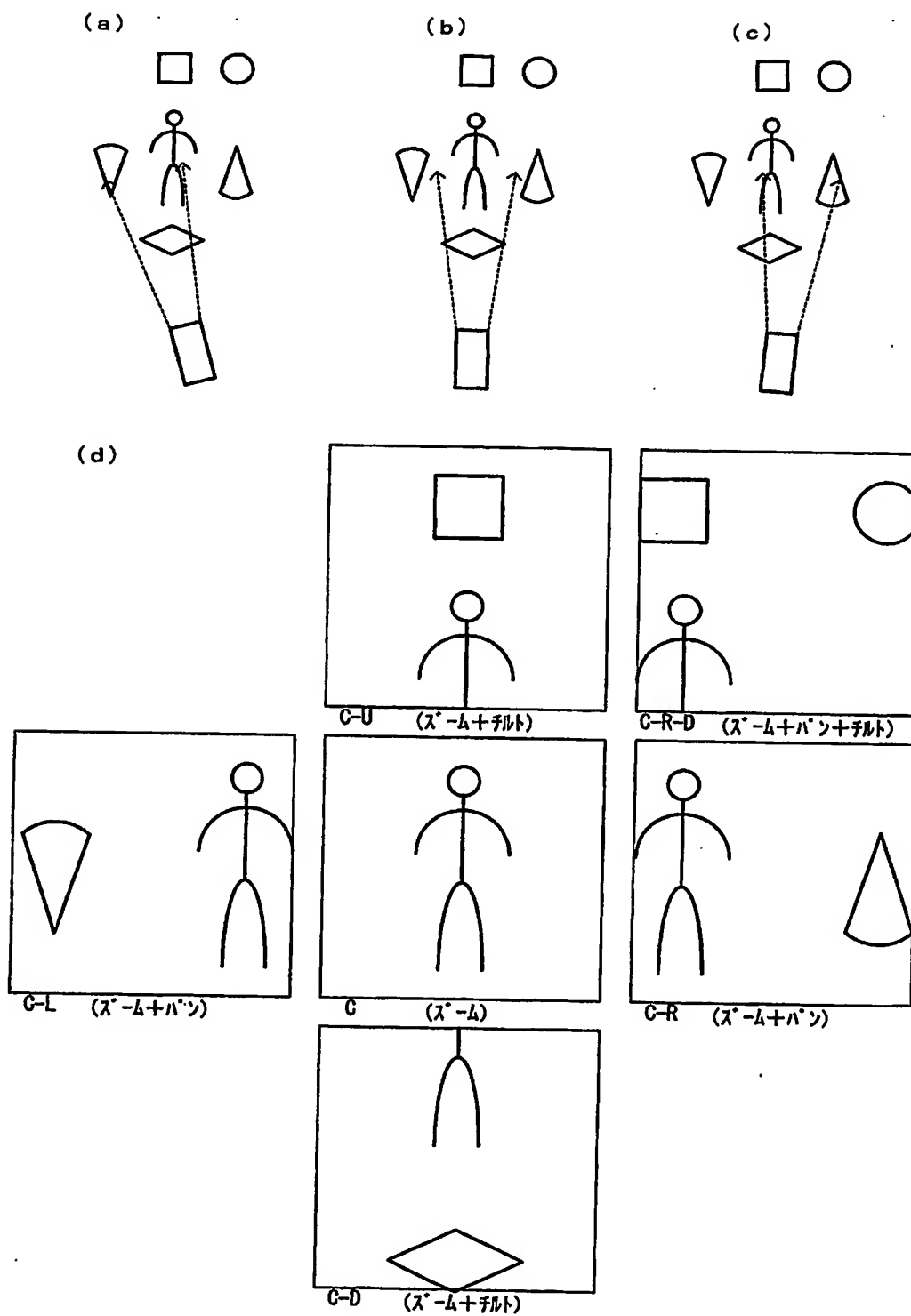


Fig. 4

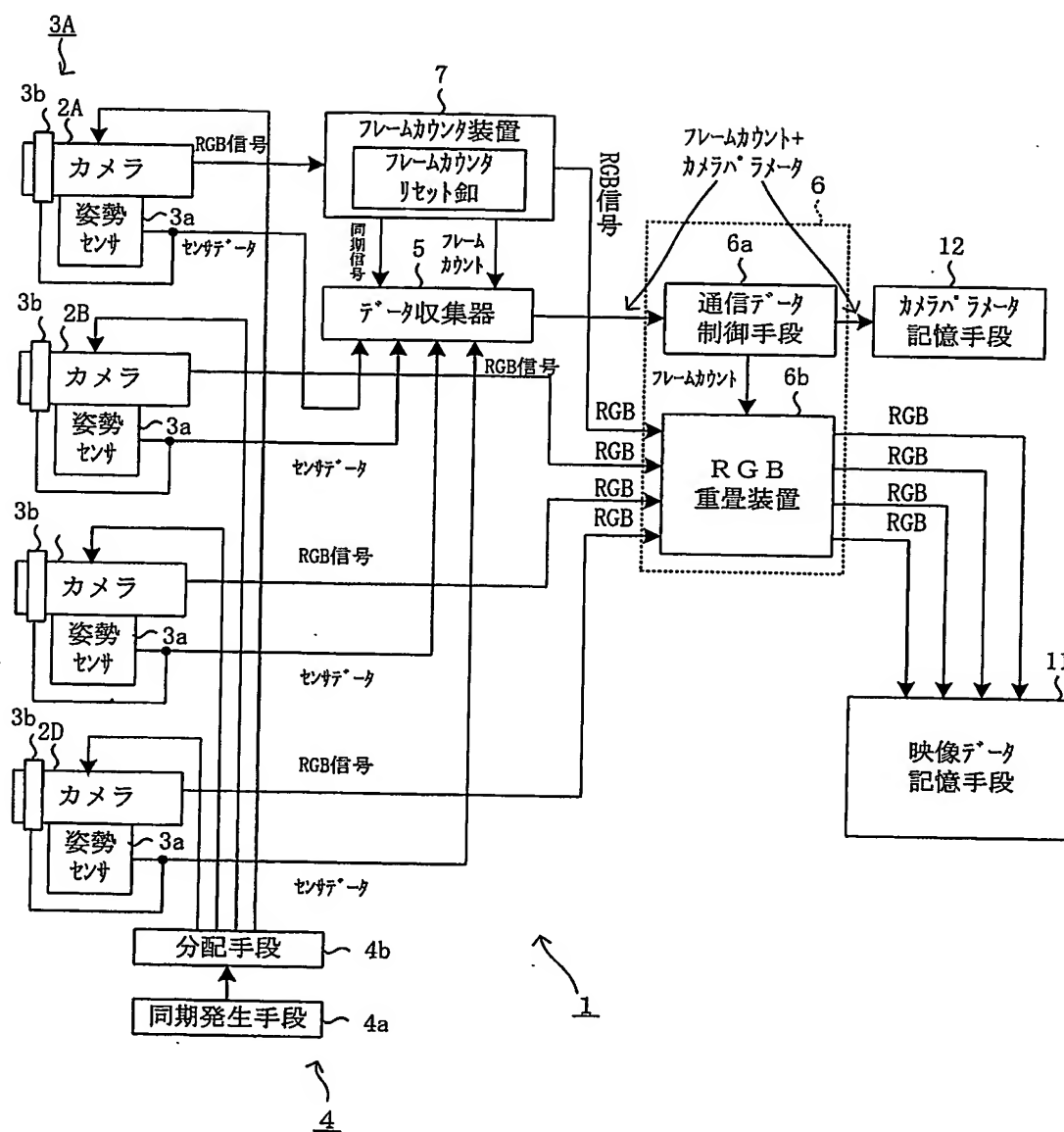


Fig. 5

6/18

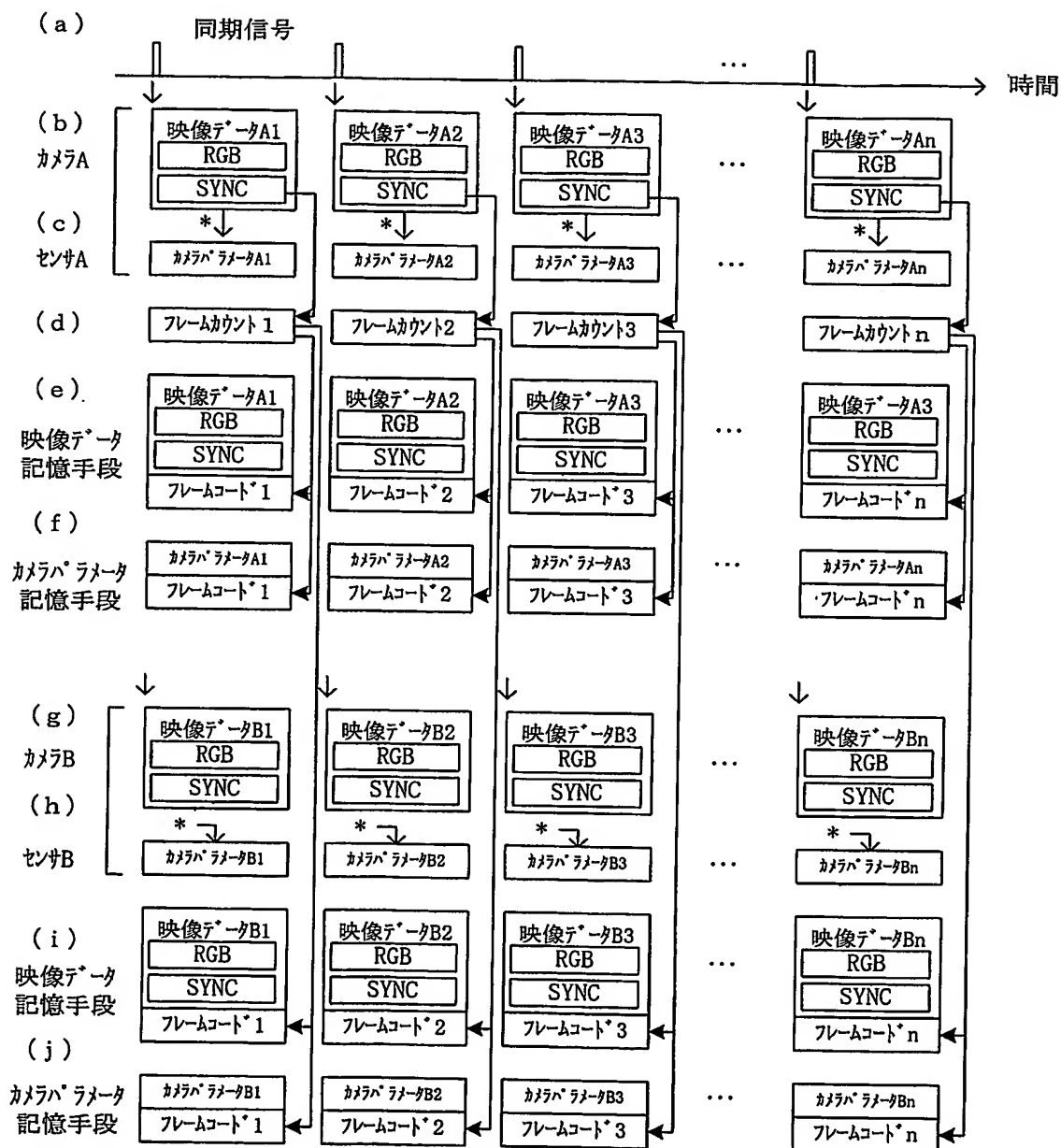


Fig. 6

7/18

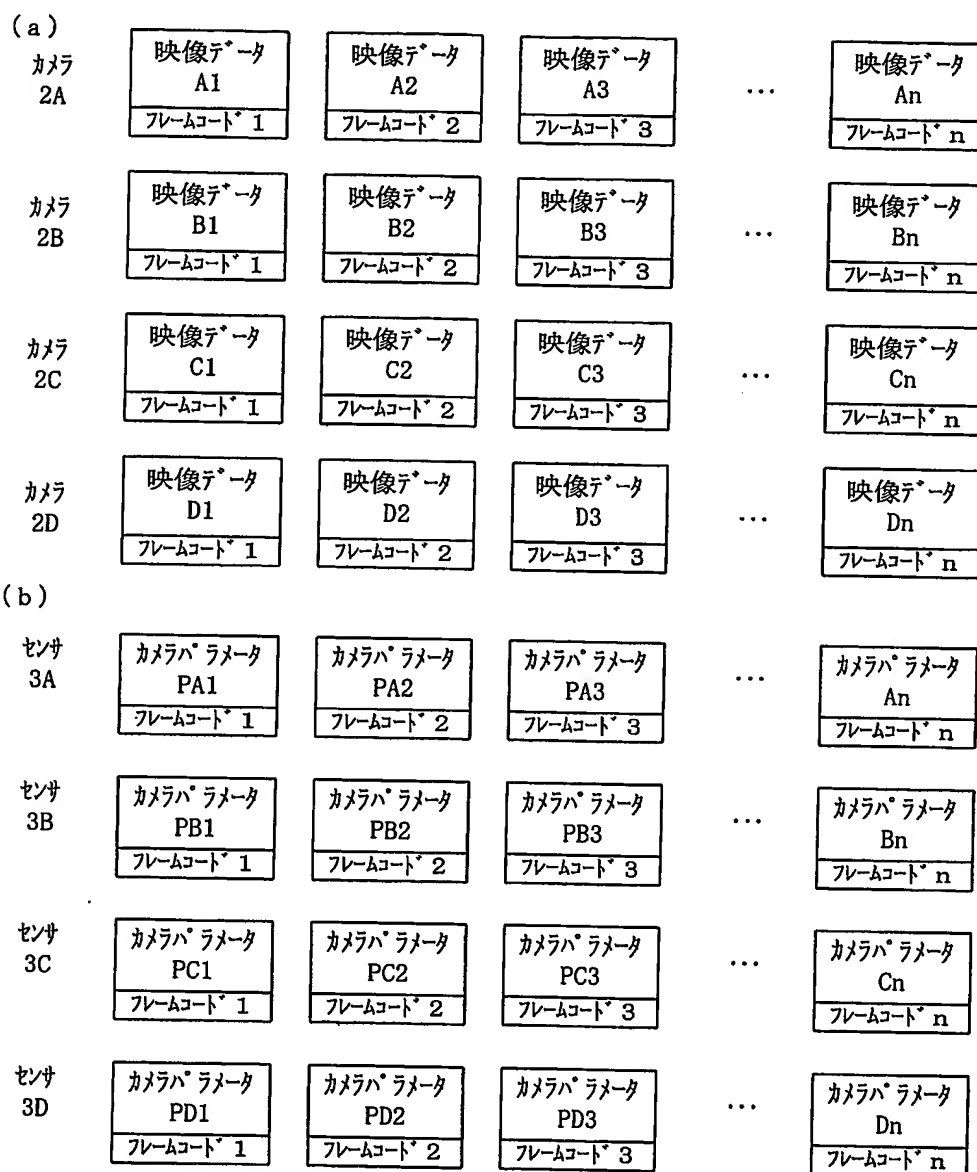


Fig. 7

8/18

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
HEAD	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
フレームコード				カメラパラメータ									

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	α	SUM
カメラパラメータ														

Fig. 8

9/18

A	0		フレームカウント (L)
B	0		フレームカウント (M)
C	0		フレームカウント (H)
D	0		パン1 (L)
E	0	Pf	パン1 (H)
F	0		チルト1 (L)
G	0	Tf	チルト1 (H)
H	0		ズーム1 (L)
I	0	Zf	ズーム1 (H)
J	0		パン2 (L)
K	0	Pf	パン2 (H)
L	0		チルト2 (L)
M	0	Tf	チルト2 (H)
N	0		ズーム2 (L)
O	0	Zf	ズーム2 (H)
P	0		パン3 (L)
Q	0	Pf	パン3 (H)
R	0		チルト3 (L)
S	0	Tf	チルト3 (H)
T	0		ズーム3 (L)
U	0	Zf	ズーム3 (H)
V	0		パン4 (L)
W	0	Pf	パン4 (H)
X	0		チルト4 (L)
Y	0	Tf	チルト4 (H)
Z	0		ズーム4 (L)
α	0	Zf	ズーム4 (H)

フレームカウント

カメラ・ラマータ

Fig. 9

10/18

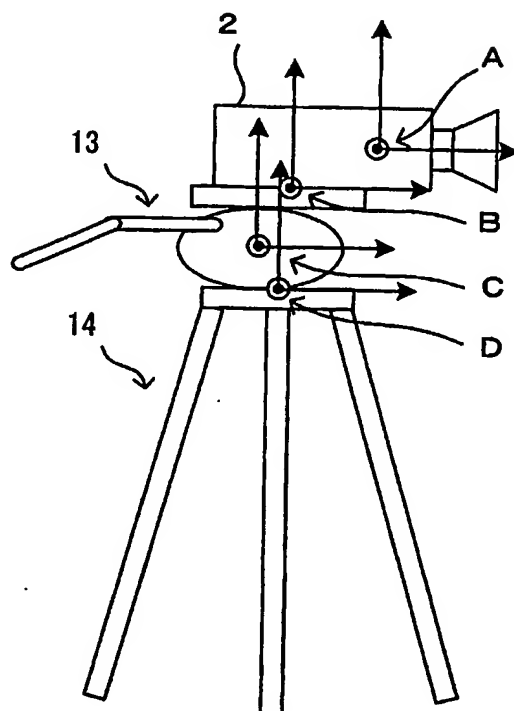


Fig. 10

11/18

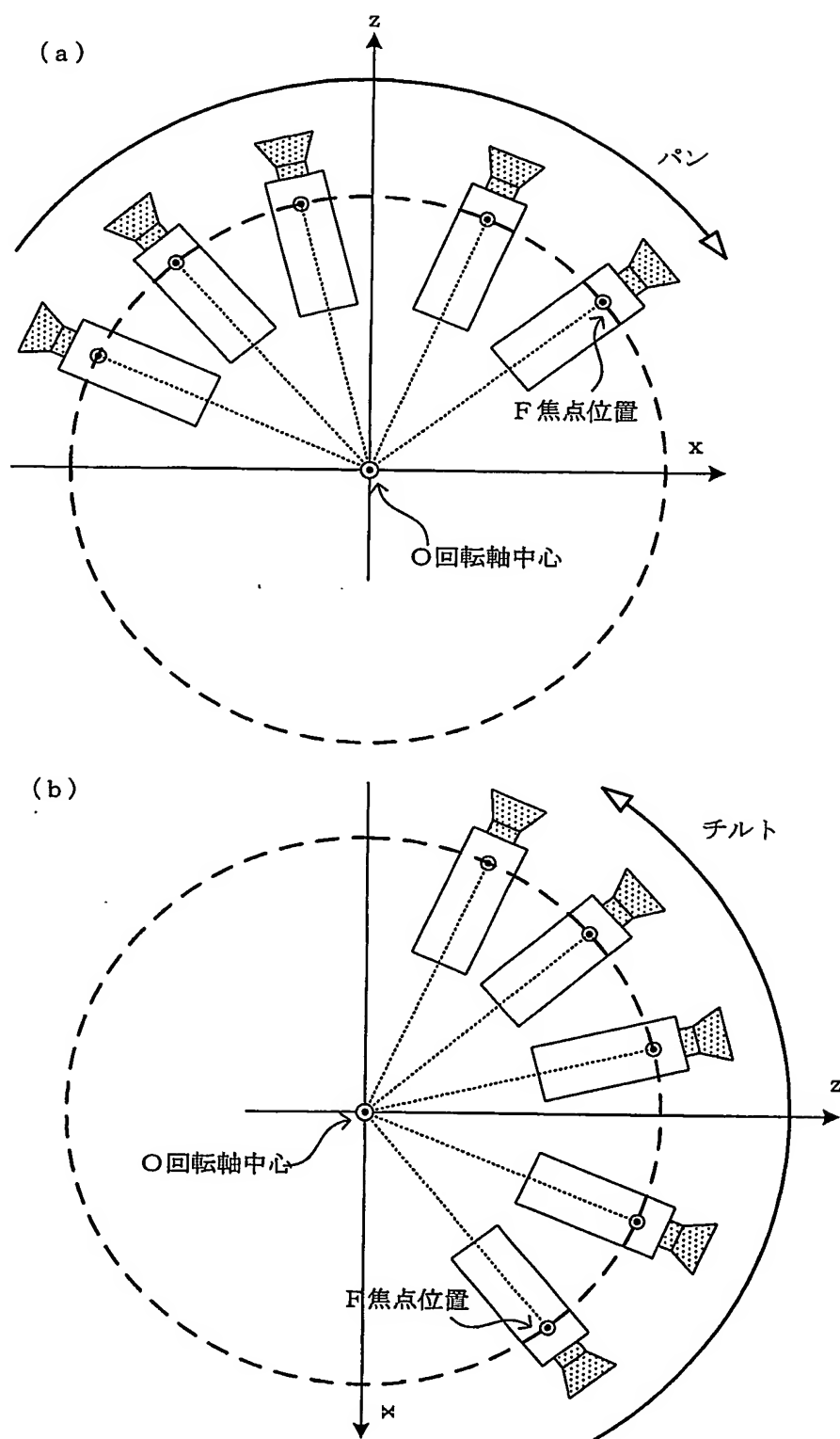


Fig. 11

12/18

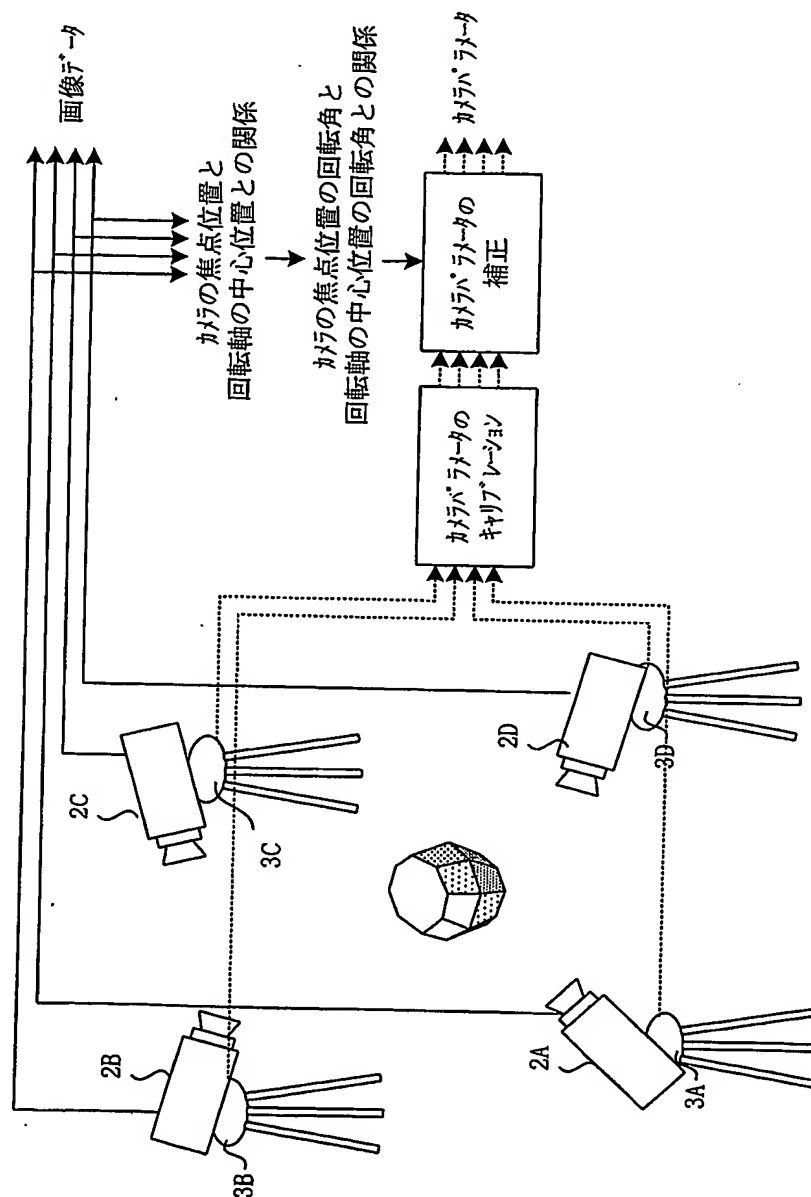


Fig. 12

13/18

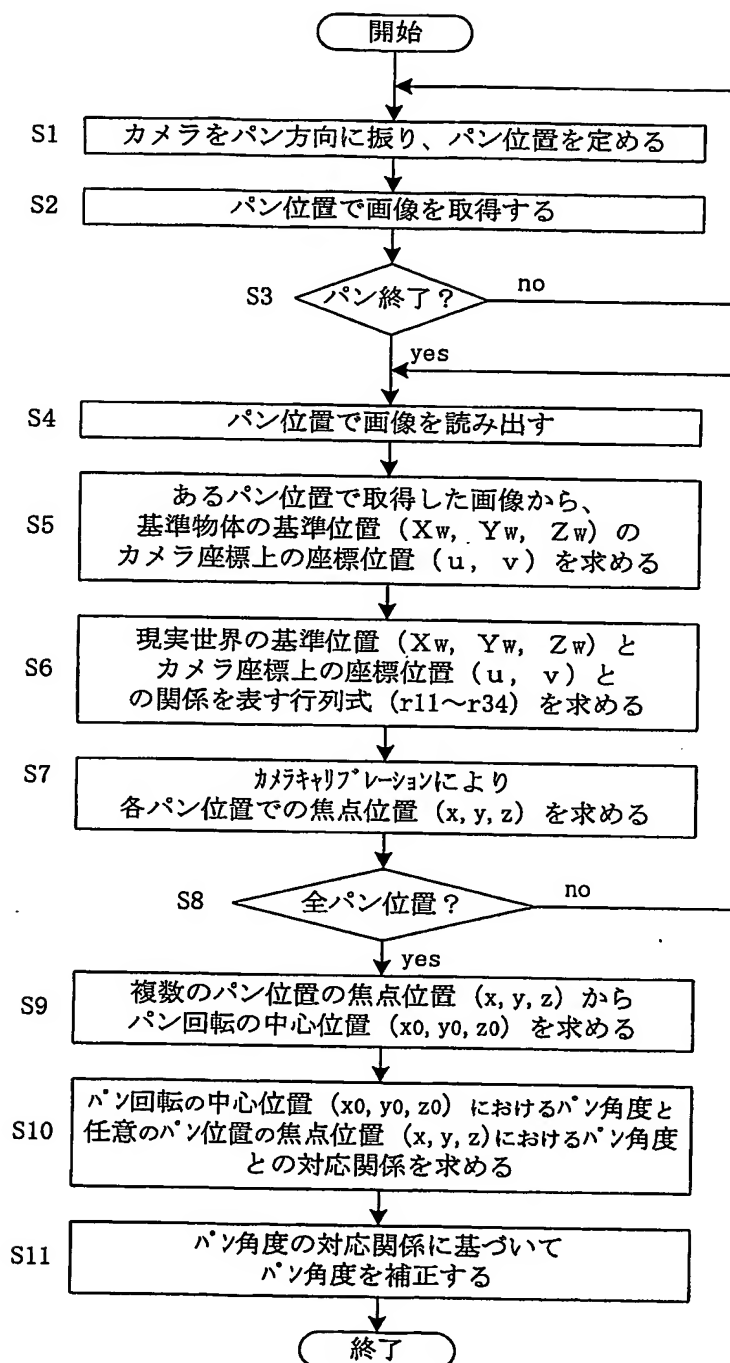


Fig. 13

14/18

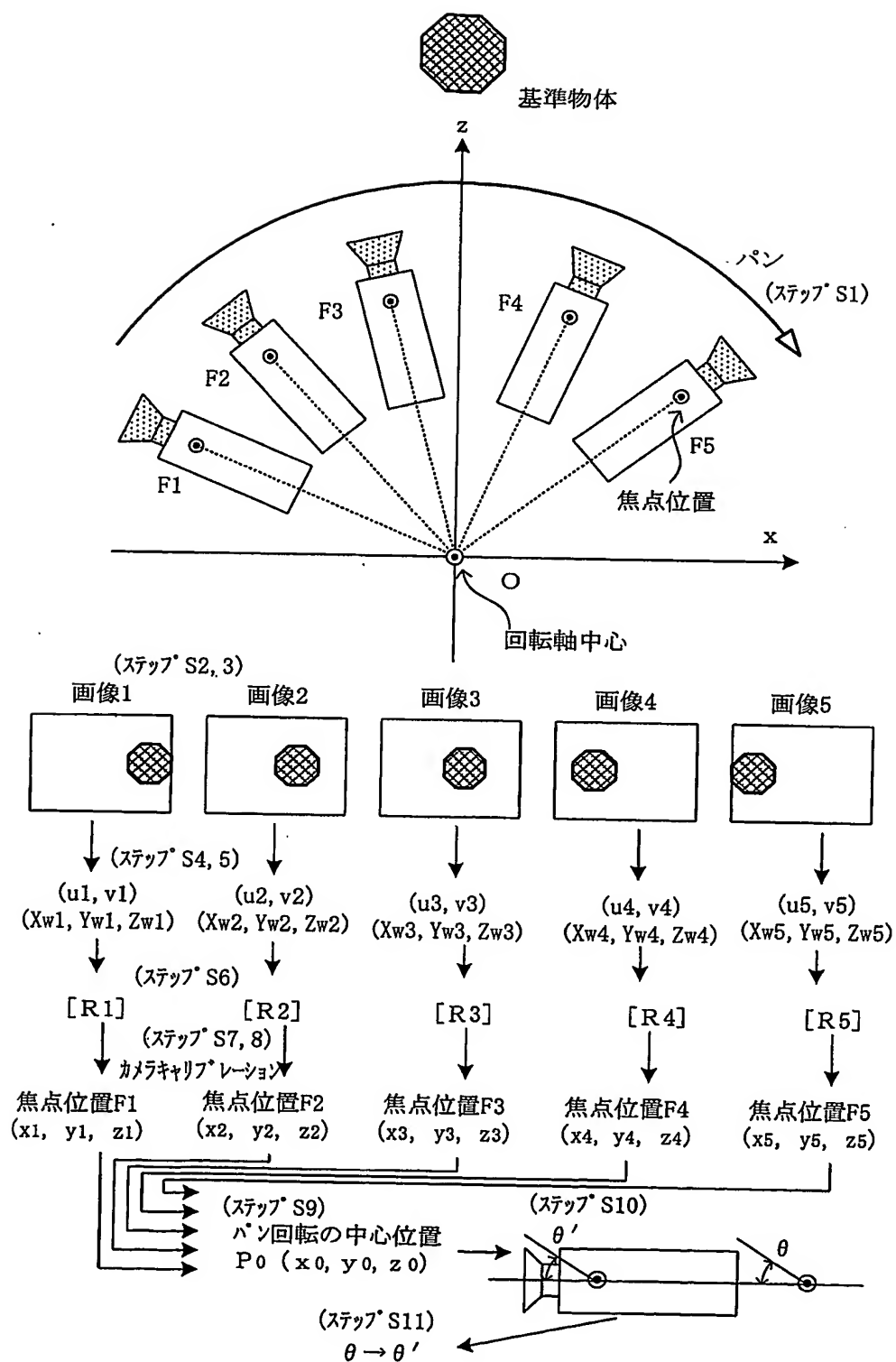


Fig. 14

15/18

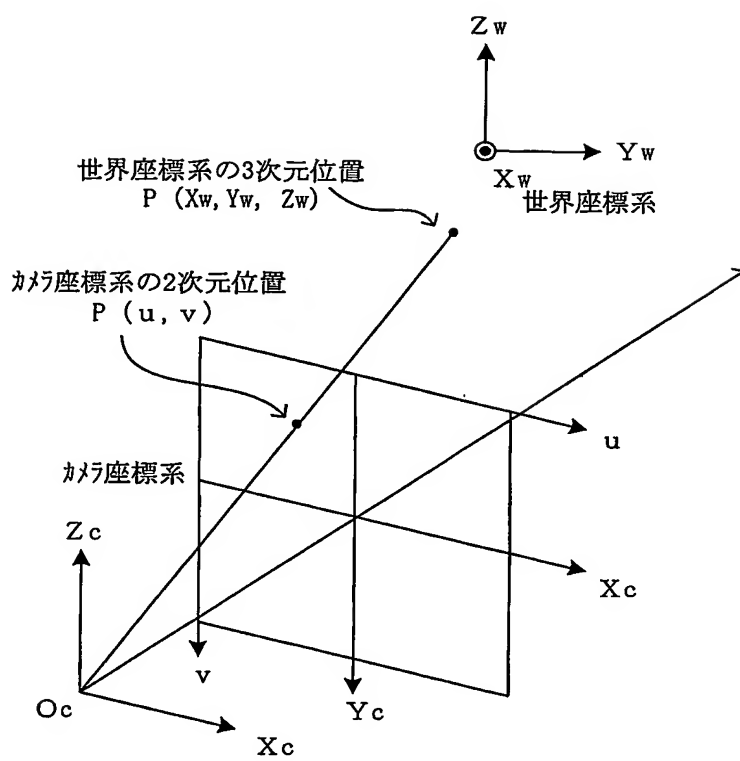


Fig. 15

16/18

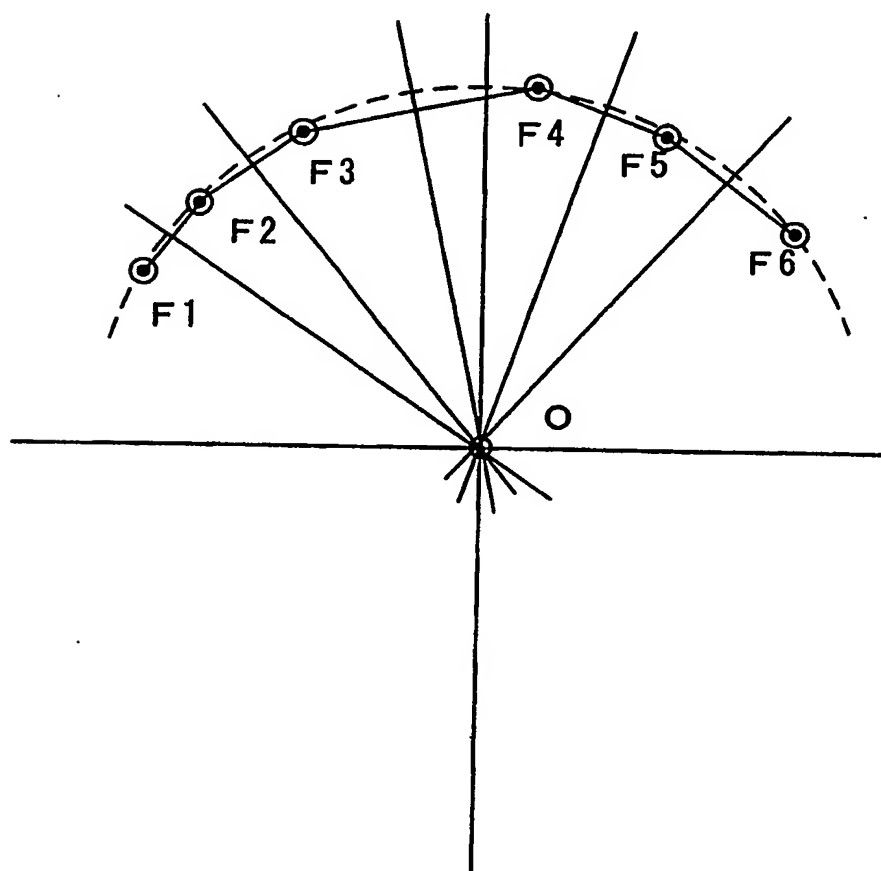


Fig. 16

17/18

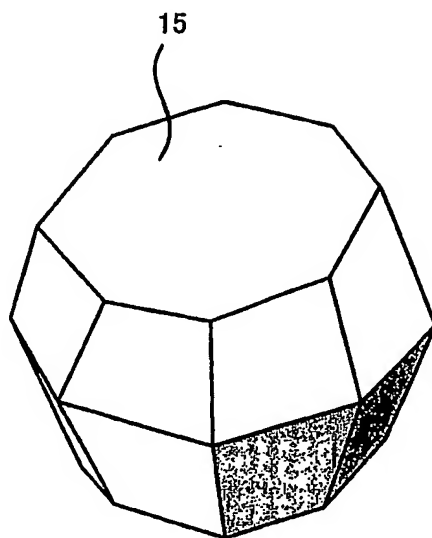


Fig. 17

18/18

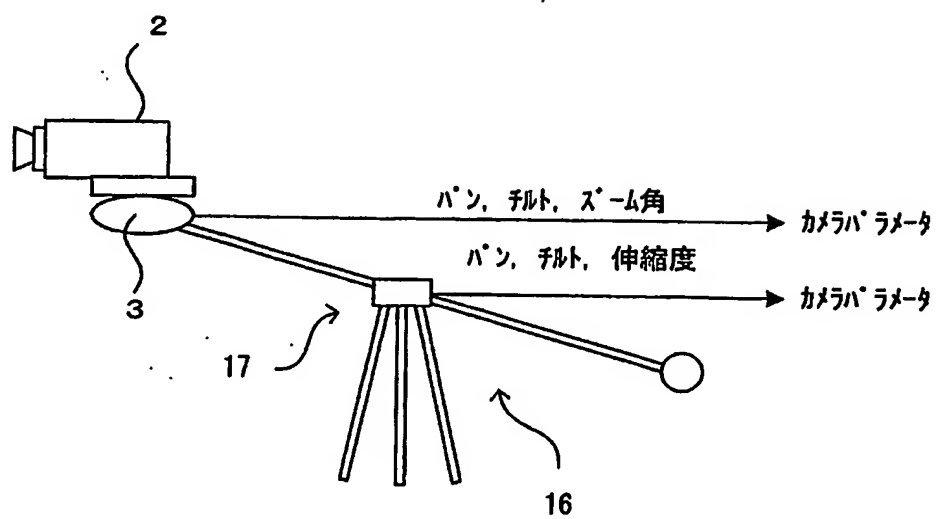


Fig. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01B11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01B11/00-11/30, G06T7/00, H04N5/232

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-257543 A (Monbu Kagaku-sho Koku Uchu Gijutsu Kenkyushocho), 11 September, 2002 (11.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
Y	JP 2921718 B2 (Fanuc Ltd.), 19 July, 1999 (19.07.99), Full text; all drawings & JP 5-12409 A & WO 93/1558 A1 & EP 547245 A1 & US 6356671 B1	i-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 March, 2004 (23.03.04)

Date of mailing of the international search report
13 April, 2004 (13.04.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16078

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2677312 B2 (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 17 November, 1997 (17.11.97), Full text; all drawings & JP 4-281679 A & EP 509208 A2 & US 5267034 A	17 1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16078

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-16 relate to the technology of storing image data by a plurality of cameras and camera parameters of respective cameras so as to be able to be associated with each other.

Claim 17 relates to a method of correcting camera parameters.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.' G01B 11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.' G01B 11/00 - 11/30 , G06T7/00 , H04N5/232

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-257543 A (文部科学省航空宇宙技術研 究所長) 11.09.2002, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 2921718 B2 (ファナック株式会社) 19.07.1999, 全文、全図 & JP 5-124 09 A & WO 93/1558 A1 & EP 5472 45 A1 & US 6356671 B1	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.03.2004

国際調査報告の発送日

13.4.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山下 雅人

2S

9303

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2677312 B2 (工業技術院長)	17
A	17. 11. 1997 , 全文、全図 & JP 4-2816 79 A & EP 509208 A2 & US 52670 34 A	1-16

第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4(a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1 - 16 は、複数のカメラの映像データと各カメラのカメラパラメータを対応可能に記憶する技術に関するものである。

請求の範囲 17 は、カメラパラメータの補正方法に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.